

SÉRIE A, n° 778
N° D'ORDRE
1561

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

M. CHAILLOT

PROFESSEUR-ADJOINT AU LYCÉE DE LIMOGES
PROFESSEUR SUPPLÉANT A L'ÉCOLE DE MÉDECINE

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES BIOLOGIQUES, MORPHOLOGIQUES ET EXPÉRI-
MENTALES SUR LES LABIÉES A STOLONS SOUTERRAINS.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 8 juin 1915, devant la Commission d'examen

MM. GASTON BONNIER..... *Président.*

HAUG..... }
HIÉROUARD..... } *Examineurs.*

PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

420, boulevard Saint-Germain, 420

—
1915



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552826_0061

SÉRIE A, N° 778
N° D'ORDRE
1561

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

M. CHAILLOT

PROFESSEUR-ADJOINT AU LYCÉE DE LIMOGES
PROFESSEUR SUPPLÉANT A L'ÉCOLE DE MÉDECINE



1^{re} THÈSE. — RECHERCHES BIOLOGIQUES, MORPHOLOGIQUES ET EXPÉRI-
MENTALES SUR LES LABIÉES A STOLONS SOUTERRAINS.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le **juin 1915**, devant la Commission d'examen

MM. GASTON BONNIER..... *Président.*

HAUG.....
HÉROUARD..... } *Examineurs.*

PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

420, boulevard Saint-Germain, 420

1915

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DES SCIENCES

MM.

Doyen	P. APPELL, <i>Professeur</i> . Mécanique analytique et Mécanique céleste.
Doyen honoraire	G. DARBOUX, — Géométrie supérieure.
Professeurs honoraires ..	Ch. WOLF. J. RIBAN.
	LIPPMANN..... Physique.
	BOUTY..... Physique.
	BOUSSINESQ..... Physique mathématique et calcul des probabilités.
	PICARD..... Analyse supérieure et algèbre supérieure.
	Y. DELAGE..... Zoologie, anatomie, physiologie comparée.
	Gaston BONNIER..... Botanique.
	DASTRE..... Physiologie.
	KOENIGS..... Mécanique physique et expérimentale.
	VÉLAIN..... Géographie physique.
	GOURSAT..... Calcul différentiel et calcul intégral.
	HALLER..... Chimie organique.
	JOANNIS..... Chimie (Enseign ^t P. C. N.).
	JANET..... Physique.
	WALLERANT..... Minéralogie.
	ANDOYER..... Astronomie.
	PAINLEVÉ..... Mécanique rationnelle.
Professeurs	HAUG..... Géologie.
	HOUSSAY..... Zoologie.
	H. LE CHATELIER..... Chimie.
	G. BERTRAND..... Chimie biologique.
	M ^{me} P. CURIE..... Physique générale.
	CAULLERY..... Zoologie (Evolution des êtres organisés).
	C. CHABRIÉ..... Chimie appliquée.
	G. URBAIN..... Chimie.
	Emile BOREL..... Théorie des fonctions.
	MARCHIS..... Aviation.
	J. PERRIN..... Chimie physique.
	G. PRUVOT..... Zoologie, anatomie, physiologie comparée.
	MATRUCHOT..... Botanique.
	ABRAHAM..... Physique.
	CARTAN..... Calcul différentiel et calcul intégral.
	Cl. GUICHARD..... Mathématiques générales.
	MOLLIARD..... Physiologie végétale.
	N..... Application de l'analyse à la géométrie.
	N..... Histologie.
	PUISEUX..... Mécanique et astronomie.
	LEDUC..... Physique.
	MICHEL..... Minéralogie.
	HEROUARD..... Zoologie.
	L. BERTRAND..... Géologie.
Professeurs-adjoints ...	R. PERRIER..... Zoologie (Enseign ^t P. C. N.).
	COTTON..... Physique.
	LESPIEAU..... Chimie.
	GENTIL..... Pétrographie.
	SAGNAC..... Physique (Enseign ^t P. C. N.).
	PEREZ..... Zoologie (Evolution des êtres organisés).
Secrétaire	D. TOMBECK.

A MA CHÈRE FEMME

A

MONSIEUR A. MAIGE

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE POITIERS
DIRECTEUR DE LA STATION DE BIOLOGIE VÉGÉTALE DE MAUROC

Hommage de respectueuse reconnaissance.

RECHERCHES BIOLOGIQUES, MORPHOLOGIQUES
ET EXPÉRIMENTALES
SUR LES
LABIÉES A STOLONS SOUTERRAINS

Par **M. CHAILLOT**

INTRODUCTION

La famille des Labiées renferme, comme on le sait, des plantes dont la biologie est fort différente. On peut distinguer à ce point de vue :

- 1° Les Labiées annuelles ;
- 2° Les Labiées vivaces au moyen de souches ;
- 3° Les Labiées vivaces par stolons aériens ou souterrains ;
- 4° Les Labiées sousfrutescentes ou arborescentes.

La biologie de chacun de ces groupes a été plus ou moins étudiée, mais jusqu'à présent aucun travail d'ensemble n'a été fait sur la biologie et la morphologie des Labiées à stolons souterrains. C'est cette question que je me suis proposé d'approfondir dans ces recherches.

Ce travail est divisé en trois chapitres :

Dans le premier j'ai étudié la biologie et la morphologie des espèces qui ont fait l'objet de mes observations ; dans le deuxième leur germination ; enfin, l'influence de la lumière, de l'obscurité et du sol sur les organes végétatifs des espèces étudiées a fait l'objet du troisième chapitre.

Dans les deux premiers j'ai examiné successivement les Labiées à stolons ne persistant qu'un an, les espèces présentant deux périodes végétatives dans une même année et enfin celles qui possèdent des stolons vivaces. La description de la biologie

et de la morphologie externe de chacune des espèces a été suivie d'une étude anatomique des régions particulières de chaque organe.

Chacun des chapitres est précédé d'un historique.

Ce travail a été fait à la Station de Biologie végétale de Mauroc.

Je tiens à remercier bien sincèrement ici M. le professeur A. Maige, directeur de la Station, pour les encouragements et les conseils éclairés qu'il n'a cessé de me prodiguer pendant mon séjour au Laboratoire.

CHAPITRE PREMIER

BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE DES LABIÉES A STOLONS SOUTERRAINS

I. — HISTORIQUE

L'étude des Labiées a fait l'objet d'un grand nombre de travaux; les uns ont traité à la morphologie d'un ou de plusieurs organes, les autres à la biologie d'une espèce, quelques autres à l'anatomie. Le seul travail général qui ait été fait sur cette famille, tant au point de vue de la biologie que de la morphologie externe, est dû à Irmisch (1). Cet auteur étudie la plupart des espèces depuis la germination jusqu'à l'état adulte, mais il ne consacre que quelques lignes au mode de propagation de chacune d'elles.

D'autre part, ainsi que je l'ai déjà mentionné, celles de ces plantes qui possèdent des stolons souterrains n'ont donné lieu à aucun travail d'ensemble. Les observations que l'on trouve sur leur biologie sont disséminées dans plusieurs ouvrages.

BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE EXTERNE. — Une première distinction s'impose lorsqu'il s'agit des tiges souterraines; en effet, le terme rhizome est souvent employé pour les désigner toutes indistinctement. Kerner von Marilaun (2) a donné une classifi-

(1) Irmisch, *Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pflanzen*, Halle, 1856.

(2) Kerner von Marilaun, *Pflanzenleben*, 1888.

cation de ces rameaux souterrains : il a appelé rhizomes les tiges souterraines à feuilles écailleuses qui se développent comme des racines, et tiges rampantes celles qui sont minces, se ramifient dans le sol et atteignent une grande longueur. Ce sont ces dernières que j'ai appelées stolons souterrains.

Une première classification des organes souterrains avait été faite par A. Saint-Hilaire (1) ; les rhizomes y sont divisés en deux groupes : les rhizomes déterminés et les rhizomes indéterminés.

Irmisch (2) a suivi l'évolution de quelques rhizomes, mais d'une façon très sommaire.

Royer (3), après avoir indiqué que certains stolons souterrains pouvaient évoluer en stolons aériens a montré les divers caractères que peuvent présenter les tiges souterraines. Il a constaté que, pour une espèce donnée, l'allongement dans le sol se faisait toujours au même niveau et dans des conditions déterminées. Certains auteurs, entre autres Massart (4) et Dauphiné (5), ont cherché à généraliser cette loi, dite « loi de niveau ».

Maige (6) a étudié la biologie et la morphologie de plusieurs Labiées dont certaines telles que le *Stachys silvatica* possèdent des stolons souterrains et des stolons aériens.

Glück (7) a suivi la formation et l'évolution des bourgeons d'hiver dans les plantes aquatiques dont quelques-unes possèdent des stolons.

Un peu plus tard, dans son travail sur les plantes aquatiques, François (8) a étudié chez quelques Labiées le développement et la structure des stolons évoluant dans l'eau (*Mentha aquatica*, *Lycopus europæus*). Cet auteur attribue le renflement terminal qu'ils présentent à un excès de nourriture provenant de

(1) A. Saint-Hilaire, *Morphologie générale*, 1840.

(2) Irmisch, *Loc. cit.*

(3) Royer, *Flore de la Côte-d'Or*, 1881.

(4) Massart, *Comment les plantes maintiennent leur niveau souterrain*, Bruxelles, 1903.

(5) Dauphiné, *Quelques observations et expériences sur la loi de niveau appliquée aux rhizomes* (Bull. Soc. Bot. de France, 1903).

(6) A. Maige, *Recherches biologiques sur les plantes rampantes* (Th. de Paris, 1900).

(7) Glück, *Biologische und Morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse* (Theil II, 1907).

(8) François, *Recherches sur les plantes aquatiques* (Th. de Paris, 1908).

l'apparition des racines sur la partie voisine. Avec Royer (1) et Lewackoffski (2), il a observé que la partie la plus âgée du stolon était d'un diamètre plus réduit que la région moyenne, et il pense que c'est le séjour dans l'eau qui a provoqué cette différence d'épaisseur.

Briquet (3), dans son travail sur les Labiées des Alpes-Maritimes, signale la présence des stolons chez quelques espèces et indique les caractères principaux de chacun d'eux.

ANATOMIE. — Vaupell (4), en étudiant l'anatomie, a trouvé que les rhizomes étaient caractérisés par un plus grand développement de l'écorce et un arrêt dans le développement du tissu conducteur.

Les différences anatomiques ont permis à Chatin (5) de considérer les rhizomes comme des organes intermédiaires entre la racine et la tige.

Kirchoff (6) a étudié la structure des différentes parties des plantes de la famille des Labiées, en cherchant à montrer que la structure du rhizome est presque semblable à celle de la tige aérienne.

Dans son travail sur l'anatomie de la Moschatelline, Van Tieghem (7) a montré nettement les différences entre le rhizome et la tige aérienne. Des différences analogues ont été signalées par Reinke (8), chez *Epipogon Gmelini* et *Corallo-rhiza*.

Hohnfeld (9) a indiqué la répartition des stomates sur les rhizomes.

(1) Royer, *Loc. cit.*

(2) Lewackoffski, *De l'influence de l'eau sur la croissance de la tige et de la racine de quelques plantes* (Mém. de l'Acad. impér. de Kazan, 1873).

(3) Briquet, *Les Labiées des Alpes-Maritimes* (1891-1895).

(4) Vaupell, *Untersuchungen über das peripherische Wachstum der Gefässbündel der dicotyledonen Rhizome*, Leipzig, 1855.

(5) Chatin, *Sur les caractères anatomiques des rhizomes* (Bull. Soc. Bot. de France, 1858).

(6) Kirchoff, *De Labiatarum organis vegetativis commentarium anatomico-morphologicum*, 1860.

(7) Van Tieghem, *Anatomie de la Moschatelline* (Bull. Soc. Bot. de France, t. XXVI).

(8) Reinke, *Zur Kenntniss des Rhizoms von Corallorhiza und Epipogon* (Flora, 1873).

(9) Hohnfeld, *Ueber das Vorkommen und die Vertheilung der Spaltöffnungen auf unterirdischen Pflanzentheilen*, Königsberg, 1880.

Costantin (1) a fait développer dans le sol des tiges aériennes, il a observé les modifications anatomiques qui en résultaient et a montré que les mêmes caractères se retrouvaient dans les rhizomes.

Rothert (2) a cherché les rapports entre l'épaisseur du cylindre central et celle de l'écorce dans les tiges aériennes et dans les tiges souterraines. Chez les Labiées il a étudié le *Lamium album* et le *Mentha sativa*.

En comparant la structure des régions florifères avec celle des parties végétatives, Nanke (3) et Klein (4), et un peu plus tard Laborie (5) ont trouvé des caractères différentiels importants.

L'anatomie comparée des rhizomes a fait l'objet d'un travail de Dauphiné (6) qui a étudié l'évolution des tissus conducteurs pendant la période de croissance souterraine et au cours du développement de la tige aérienne. Ses observations ont porté sur le *Lycopus europæus* et le *Teucrium Scorodonia* dans la famille des Labiées.

II. — OBSERVATIONS

Lycopus europæus.

BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE EXTERNE. — Un pied de *Lycopus europæus*, examiné au printemps, montre une tige aérienne à croissance rapide et à ramification abondante. Au mois de juillet, lorsque l'appareil végétatif est complètement développé et que les fleurs commencent à apparaître, les bourgeons axillaires de la partie inférieure de la tige, qui sont très rapprochés les uns des autres, entrent en voie d'accroissement et donnent des

(1) Costantin, *Étude comparée des tiges aériennes et souterraines des Dicotylédones* (Th. de Paris, 1883).

(2) Rothert, *Vergleichend-anatomische Untersuchungen über die Differenzen in primären Bau der Stengel und Rhizome krautiger Phanerogamen* (Dorpat, 1885).

(3) Nanke, *Vergl. anat. Unters. über Bau von Blüthen und vegetativen Achsen dicotyler Holzplanzen*, 1886.

(4) Klein, *Inaug. dissert.*, 1886.

(5) Laborie, *Recherches sur l'anatomie des axes floraux* (Thèse, 1888).

(6) Dauphiné, *Recherches sur les variations de la structure des rhizomes* (Thèse, 1906).

stolons d'aspect différent dont les uns prennent naissance dans le sol et les autres sur la base aérienne de la tige. Ces stolons sont tous plus ou moins ramifiés; leur évolution est assez rapide et s'achève à peu près à la fin du mois d'août (fig. 1, Pl. XI).

Les bourgeons qui se développent dans le sol donnent des stolons qui peuvent être, soit complètement souterrains, soit mi-souterrains, mi-aériens. Les premiers stolons qui apparaissent proviennent de bourgeons situés sur la partie souterraine aux nœuds les plus rapprochés de la surface du sol; ils se présentent sous l'aspect de rameaux qui se dirigent d'abord obliquement de bas en haut en faisant un angle d'environ 45° avec l'axe florifère, puis s'allongent de quelques centimètres dans cette direction, sortent du sol et enfin se recourbent brusquement vers la terre en s'y enfouissant de nouveau et en formant au-dessus d'elle une sorte d'arcade; dans certains cas le changement de direction est moins rapide, la phase aérienne dure plus longtemps et le stolon s'étend horizontalement sur le sol, sur une longueur de 20 à 30 centimètres, en présentant alors une couleur pourpre, une croissance beaucoup plus rapide et des entre-nœuds plus allongés. Dans tous les cas, lorsque le bourgeon terminal a pénétré dans le sol, il continue à se développer de nouveau en stolon souterrain, puis, à l'approche de l'automne, la croissance diminuant, son extrémité se renfle en même temps qu'elle se redresse pour arriver au niveau du sol.

Les bourgeons qui se développent au-dessous du précédent subissent des courbes identiques mais de moins en moins accentuées à mesure que l'on s'éloigne de la surface du sol, de sorte que l'on rencontre finalement des stolons ayant une évolution complètement souterraine, mais avec une croissance identique à celle que nous venons de voir.

Si l'extrémité d'un stolon n'arrive pas à pénétrer dans la terre, toute la partie aérienne meurt pendant l'hiver.

Les bourgeons des deux ou trois nœuds aériens situés tout à fait à la base de la tige dressée donnent aussi quelquefois des stolons. Ces derniers apparaissent en général plus tardivement que ceux qui prennent naissance dans le sol; ils sont plus grêles, mais leur accroissement est plus rapide, si bien qu'ils atteignent en définitive une longueur beaucoup plus grande.

Leur extrémité pénètre plus ou moins tardivement dans la terre et, à partir de ce moment, leur bourgeon se développe comme il a été dit précédemment.

Les bourgeons latéraux de la partie rampante aérienne se développent quelquefois; les rameaux qui en proviennent se dirigent alors immédiatement vers le sol où ils pénètrent.

Chaque stolon, quelle que soit son origine, débute par une partie mince qui occupe la longueur de deux ou trois entrenœuds et dont le diamètre s'accroît pour rester ensuite à peu près constant sur toute sa longueur jusqu'au point où se redresse le bourgeon terminal renflé.

Les nœuds des stolons souterrains portent, au début, des feuilles écailleuses, déchiquetées sur les bords, et qui tombent rapidement. A côté du point d'insertion de chacune d'elles se trouvent les racines adventives : les premières qui apparaissent sont placées au-dessus du nœud sur les angles du stolon, elles sont donc au nombre de quatre ; puis, un peu plus tard, de nouvelles racines peuvent se développer, les plus grosses dans le voisinage des bourgeons, les plus petites sur les entrenœuds.

La partie aérienne du stolon, lorsqu'elle ne possède qu'une petite longueur, ne présente également aux nœuds que des feuilles écailleuses; mais, si cette partie rampe longuement sur le sol, ces écailles se transforment peu à peu en feuilles vertes, semblables à celles de la tige dressée, quoique de dimensions plus restreintes. On trouve également des racines adventives fixant solidement cette partie au sol.

A l'automne, la tige florifère aérienne se flétrit et un peu plus tard la partie souterraine qui la prolonge disparaît ; les stolons auxquels elle a donné naissance se séparent du pied mère par la destruction de leur partie amincie, puis peu à peu le reste de chaque stolon disparaît également jusqu'à 5 ou 6 centimètres du renflement terminal. Cette partie qui reste vivante se couvre de racines abondantes aux nœuds ; pendant l'hiver son diamètre s'accroît et au printemps le bourgeon terminal se développe pour donner une nouvelle tige florifère.

Il arrive assez souvent que la partie souterraine d'une tige florifère reste vivante pendant deux années ; dans ce cas, les deux bourgeons situés au nœud le plus élevé se développent en

tiges aériennes florifères, et des autres nœuds partent des stolons offrant les mêmes particularités que ceux qui prennent naissance sur une tige d'un an.

D'autre part, le terrain dans lequel se développent les plantes influe beaucoup sur leur évolution. J'ai remarqué que dans un terrain meuble, les stolons sortent du sol et très souvent rampent à la surface sur une longueur de 50 à 60 centimètres, tandis que si le sol est compact les stolons restent souterrains et leur longueur ne dépasse guère 10 à 15 centimètres. Dans l'eau, au contraire, ils atteignent une longueur beaucoup plus grande.

ANATOMIE. — Dans un pied complet, il nous est facile de trouver trois régions distinctes :

- 1° la partie florifère ;
- 2° la base de la tige aérienne ;
- 3° les stolons,

dont nous allons examiner successivement la structure.

1° Dans la hampe florifère l'épiderme est caractérisé par de nombreux poils, l'écorce est très réduite et les angles sont occupés par des massifs collenchymateux ; les formations secondaires sont peu développées aux endroits où se trouvaient les faisceaux primaires ; dans l'intervalle elles n'existent pas, car le péricycle est sclérifié ; des fibres péricycliques sont placées aux angles et la moelle est très lacuneuse (fig. 1, Pl. XIV).

2° Une coupe transversale faite dans la tige, immédiatement au-dessus du niveau du sol, montre un épiderme souvent aplati et presque sans poils, une écorce très épaisse possédant de nombreuses et grandes lacunes et dépourvue de collenchyme dans les angles ; le péricycle présente des amas de fibres scléreuses en face des faisceaux libéro-ligneux primaires ; le liber secondaire n'a que 4 ou 5 assises de cellules, le bois est épais et formé de vaisseaux à petite ouverture ; on ne trouve de vaisseaux de grand diamètre qu'aux angles où existaient les faisceaux primaires, la moelle offre une grande lacune centrale.

3° Dans le stolon il nous faut étudier la structure :

- a) de la région mince ;
- b) — — souterraine qui lui fait suite ;

c) de la région aérienne;

d) — — souterraine précédant le renflement terminal;

e) du renflement terminal.

a) Le premier entre-nœud placé près de l'origine possède un épiderme avec quelques poils; l'écorce épaisse montre de nombreuses lacunes, le collenchyme manque, le péricycle scléreux a plusieurs assises en face des faisceaux primaires, le liber est peu développé et ne comporte que 3 ou 4 rangées de cellules, le bois secondaire est formé par 4 ou 5 assises de vaisseaux de petit diamètre, la moelle a une grande lacune centrale

b) Dans la région souterraine qui suit, et qui est un peu plus grosse, les lacunes sont moins nombreuses et les formations secondaires sont plus accentuées.

c) La structure de la partie aérienne ne diffère guère de la précédente que par la plus grande quantité de poils portés par l'épiderme.

d) La partie souterraine suivante reprend les caractères du stolon décrit en b.

e) Enfin le renflement terminal possède une écorce formée de petites cellules pressées les unes contre les autres, sans méats; le bois et le liber sont peu développés, mais la moelle, sans lacune centrale, occupe la plus grande partie de la coupe.

Le renflement du bourgeon terminal, que nous avons signalé, a été observé par Dauphiné (1) et considéré par cet auteur comme étant la conséquence d'une nutrition abondante produite par la formation de racines adventives au moment de sa différenciation. Cette hypothèse ne peut, à notre avis, être admise, car nous avons toujours observé que les bourgeons terminaux renflés apparaissaient à la fin de l'été à un moment où les racines font complètement défaut dans cette région. Il me paraît plus probable que ce développement particulier du bourgeon est en relation avec l'accumulation de réserves nutritives; il est facile, en effet, d'y déceler par les méthodes microchimiques ordinaires l'existence d'une grande quantité de saccharose à l'intérieur des cellules de la moelle et de

(1) Dauphiné, *Loc. cit.*

l'écorce. Dans les autres parties du stolon on trouve des réserves analogues mais en quantité beaucoup moindre; dans la tige dressée, il y en a un peu à la base, et dans la partie florifère la saccharose fait presque complètement défaut.

L'absence de collenchyme dans le stolon et à la base de la tige aérienne, la grande épaisseur de l'écorce, le développement plus accentué des formations secondaires permettent de rapprocher la structure de ces deux organes (1).

Les résultats de cette étude peuvent se résumer ainsi :

1° L'évolution complète des stolons comprend 3 stades :

a) un redressement du stolon qui sort du sol et devient aérien ;

b) une courbure, puis une inclinaison vers le bas suivie de pénétration dans le sol et accompagné du développement de racines adventives aux nœuds ;

c) un redressement du bourgeon terminal qui en même temps se renfle et où s'accumulent des réserves nutritives.

Un certain nombre de stolons ont une évolution abrégée et débutent directement au deuxième stade et même au troisième en restant complètement souterrains.

2° La structure du stolon est à peu près la même sur toute sa longueur et rappelle par beaucoup de caractères celle de la base végétative de la tige aérienne.

Stachys silvatica.

BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE EXTERNE. — La tige florifère très ramifiée porte à sa base des stolons de plusieurs espèces :

1° Des stolons aériens ;

2° Des stolons à origine souterraine et devenant ensuite rampants à la surface du sol ;

3° Des stolons à origine souterraine devenant aériens sur une certaine longueur et pénétrant de nouveau dans le sol ;

4° Des stolons complètement souterrains.

(1) L'extrémité d'un stolon ayant végété deux années montre une enveloppe subéreuse très nette et un bois secondaire beaucoup plus développé que dans la tige d'une année; toutefois il est impossible d'observer la limite entre les formations des deux années, car le bois d'automne est semblable au bois de printemps.

Les stolons aériens qui proviennent de bourgeons situés au niveau ou au-dessus du sol se développent à des époques différentes, mais le plus souvent au mois de juin ou juillet. Ils ont d'abord une direction oblique, puis deviennent rampants horizontalement, leur croissance est rapide, ils atteignent en général de 40 à 50 centimètres de longueur; à ce moment leur extrémité se redresse et donne des fleurs (fig. 6, Pl. XI).

Ces rameaux portent des feuilles identiques à celles de la tige dressée et des racines peu nombreuses et très peu développées, localisées aux nœuds. Quelques-uns d'entre eux peuvent se développer tardivement et dans ce cas ils fleurissent en automne ou portent des fleurs avortées. Les entre-nœuds, très longs au début, diminuent progressivement de longueur jusqu'à la région florifère et présentent un diamètre plus petit près de l'origine que vers le milieu. Les bourgeons axillaires de ces stolons se développent généralement en donnant des rameaux rampants, peu allongés, qui disparaissent pendant l'hiver.

Les bourgeons souterrains de la tige principale donnent naissance à des stolons qui évoluent de la façon suivante :

Au début de son développement le rameau possède une direction oblique semblable à celle d'un stolon aérien, puis au moment où il arrive à la surface du sol il s'allonge en une tige rampante généralement très longue, pouvant atteindre 1^m,50 à 2 mètres. La partie souterraine porte aux nœuds des feuilles écailleuses d'un centimètre de longueur environ et terminées par une petite masse renflée de teinte jaune ou rougeâtre qui remplace le limbe. Les feuilles de la région aérienne sont bien développées. Aux nœuds se trouvent des racines longues et nombreuses dans la partie souterraine, mais en quantité beaucoup moins grande sur la partie rampante; sur les rameaux âgés des racines apparaissent sur les entre-nœuds. Comme dans le premier cas, on remarque que dans un stolon la partie située vers l'origine est la plus mince. La ramification est abondante surtout dans la partie souterraine et chacun des rameaux évolue comme s'il prenait naissance sur le pied mère.

À l'automne l'extrémité du stolon se renfle et le bourgeon terminal se redresse, il est entouré de feuilles bien développées

qui le protégeront pendant l'hiver; des racines adventives apparaîtront ensuite sur la courbure et fixeront le bourgeon au sol.

Dans la troisième espèce de stolon, le début de l'évolution est semblable à celui que nous venons de décrire, mais lorsque le rameau a rampé sur une longueur de 10 à 15 centimètres il se recourbe vers le sol et pénètre à l'intérieur. Les deux régions souterraines offrent le même aspect, avec des feuilles écailleuses et des racines aux nœuds; la partie aérienne a des feuilles beaucoup moins développées que si l'axe était resté aérien sur toute sa longueur.

À l'automne, le bourgeon terminal se recourbe et sort du sol, il se présente sous le même aspect que celui que l'on trouve à l'extrémité d'un stolon aérien.

Enfin, nous trouvons aussi aux nœuds souterrains les plus bas de la tige dressée, des stolons qui évoluent complètement dans le sol; chez quelques-uns on observe au début du développement des courbures identiques à celles que nous avons vues précédemment, mais chez ceux qui prennent leur origine plus profondément dans le sol, les courbures ne sont pas visibles. Ces stolons redressent leur extrémité à l'automne et donnent, à la surface du sol, des bourgeons protégés qui passeront l'hiver à l'état de vie ralentie et qui, au printemps, se développeront en tiges aériennes florifères.

À la fin de l'été la tige aérienne se flétrit et pendant l'hiver elle disparaît complètement avec tous les stolons ayant une origine aérienne; seuls les stolons ayant pris naissance dans le sol persistent pendant l'hiver. Au printemps suivant, les bourgeons terminaux se développent et la partie qui les relie à l'axe primitif, maintenant desséché, reste vivante pendant toute l'année et disparaîtra seulement au moment où la tige florifère qui le termine sera complètement développée. On a donc, partant d'un même point, plusieurs axes qui se terminent tous par des tiges dressées florifères.

ANATOMIE. — Nous étudierons successivement la structure de l'axe florifère, de la base végétative de la tige aérienne et des stolons.

Dans la tige florifère, l'épiderme (fig. 1, A) porte de nom-

breux poils, l'écorce est très mince et formée de 3 ou 4 assises de cellules très petites; les angles font saillie à l'extérieur et sont complètement occupés par du collenchyme; le péricycle présente de distance en distance et en face des faisceaux primaires des cellules scléreuses le plus souvent isolées, quelquefois aussi groupées par 2 ou 3 placées côte à côte. Les formations secondaires n'existent qu'à la place des faisceaux primaires, car, dans les intervalles, l'assise pérимédullaire et le péricycle sont sclérifiés; la moelle est assez développée.

La base de la tige aérienne montre un épiderme (fig. 1, B) avec quelques poils; l'écorce est formée de 5 ou 6 assises de cellules aplaties, sans méats, le collenchyme forme des amas peu volumineux dans les angles, le péricycle offre les mêmes caractères que précédemment. Le liber est peu développé; par contre, le bois secondaire a pris une grande extension; dans les angles on trouve de nombreux vaisseaux de grand diamètre, tandis que sur les côtés le bois est surtout formé de petits vaisseaux. La moelle est bien développée.

Dans le stolon d'origine aérienne nous avons deux régions bien distinctes :

1° Près de l'origine, sur une coupe transversale, on observe une structure identique à celle de la base de la tige dressée, avec un épiderme muni de quelques poils, des cellules corticales sans méats, de petits amas collenchymateux dans les angles et un bois secondaire très développé.

2° Dans la partie dressée florifère nous retrouvons la structure de la tige florifère principale caractérisée par ses nombreux poils, son écorce très mince, son collenchyme abondant et l'absence de formations secondaires dans l'intervalle des faisceaux primaires.

Le stolon prenant naissance dans le sol offre, pour chacune

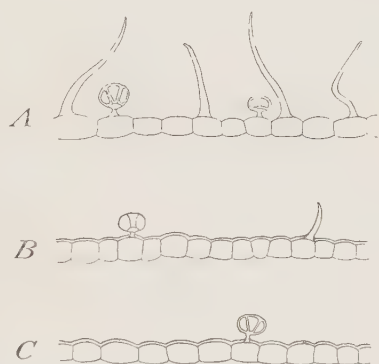


Fig. 1. — *Stachys silvatica*. — Epiderme : A, de la région florifère; B, de la base de la tige aérienne; C, d'un stolon souterrain.

des régions qui le composent, à peu près la même structure : l'épiderme est presque dépourvu de poils (fig. 1, C), l'écorce est plus épaisse que dans les coupes précédentes, le collenchyme est peu développé dans les angles, cependant il forme des massifs un peu plus volumineux dans la partie aérienne, le périycle est semblable à celui que nous avons vu, le liber et le bois secondaires sont assez développés (4 à 6 assises), le bois formé de vaisseaux de petit diamètre; la moelle est très développée.

Par la petite quantité de poils épidermiques, la réduction du collenchyme, l'épaisseur de l'écorce et le développement des formations secondaires, la structure de la base végétative de la tige dressée et celle du stolon offrent beaucoup de similitude.

En résumé, nous trouvons deux variétés de stolons ayant une évolution complètement différente :

1° Les stolons aériens florifères offrant 3 stades dans leur développement :

- a) un stade oblique correspondant à la croissance d'un rameau aérien ordinaire ;
- b) un stade rampant ;
- c) un redressement avec extrémité florifère ou à fleurs avortées.

2° Les stolons végétatifs d'origine souterraine dont l'évolution la plus complète comprend 4 stades :

- a) un stade oblique avec sortie sur le sol ;
- b) un stade aérien rampant horizontalement ;
- c) un stade souterrain provenant de la courbure du rameau et de sa pénétration dans le sol ;
- d) un redressement vertical du bourgeon terminal qui vient, dans tous les cas, affleurer à la surface du sol.

Certains de ces stolons présentent une évolution abrégée par suppression du stade c.

3° Les stolons ayant une évolution complètement souterraine présentent un développement analogue au précédent, mais avec suppression du stade aérien; certains d'entre eux ont une évolution abrégée et s'allongent directement en rameaux horizontaux souterrains dont le bourgeon terminal se redresse ensuite à son extrémité.

Les caractères anatomiques du stolon d'origine aérienne sont les mêmes que ceux de la tige dressée, et le stolon prenant naissance dans le sol conserve sur toute sa longueur les particularités de la structure de la base végétative aérienne.

Stachys palustris.

BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE EXTERNE. — Le *Stachys palustris* donne au printemps une tige dressée qui, pendant l'été, porte des fleurs. Sur cette tige nous trouvons, dans toute la partie supérieure, des rameaux aériens, les uns florifères, les autres végétatifs. Au-dessous de ces rameaux, la région aérienne porte des bourgeons axillaires qui évolueront de façon différente suivant les conditions dans lesquelles ils seront placés : si la plante est dans l'eau, ils donneront des stolons ; si elle croît sur la berge, ils donneront des rameaux aériens ou ne se développeront pas. Enfin sur la partie souterraine apparaîtront des stolons.

Si nous examinons un pied dont la base de la tige végétative est recouverte par l'eau pendant toute son existence, nous trouverons des stolons de plusieurs sortes : d'abord des stolons se développant au-dessus du niveau de l'eau, puis des stolons aquatiques, et enfin des stolons souterrains (fig. 4, Pl. XI).

Les stolons d'origine aérienne se développent en général plus tardivement que les autres ; au début ils ont une direction oblique de bas en haut, c'est-à-dire qu'ils ont la même orientation que les autres rameaux aériens, mais on remarque que les feuilles qu'ils portent sont écailleuses ; il ne s'allongent que de 3 ou 4 centimètres, puis se recourbent en sens inverse en plongeant dans l'eau. Dans toute la partie aérienne, qui est généralement réduite, les stolons ont une coloration verte, sont de petit diamètre et les entre-nœuds sont courts. Aussitôt que le bourgeon terminal est en contact avec l'eau, il s'accroît très rapidement, commence par se renfler, puis s'allonge et donne alors un stolon aquatique dont le diamètre est quelquefois triple de celui de la partie aérienne, avec des entre-nœuds atteignant 10 à 15 centimètres. Pendant son parcours dans l'eau il conserve sa coloration verte, sa direction est horizontale ou oblique ; en

général il rampe sur le fond du lit du cours d'eau et l'extrémité pénètre dans la vase.

Ce stolon peut s'allonger et atteindre de grandes dimensions. A l'approche de l'automne, lorsque l'axe principal ne possède plus de fleurs, on observe, à l'extrémité du stolon qui est souterrain, une diminution dans la rapidité de croissance, les entrenœuds n'atteignent plus qu'un centimètre de longueur au maximum, en même temps que se forme un renflement volumineux s'étendant sur une longueur de 15 et quelquefois de 20 centimètres. L'extrémité de ce renflement est tournée vers la surface du sol et le bourgeon terminal arrive quelquefois en contact



Fig. 2. — *Stachys palustris*. — Fragment de stolon montrant l'origine des racines.

avec l'eau. Les nœuds portent des feuilles écailleuses triangulaires, peu développées dans la partie souterraine

et possédant quelques dentelures sur la région aquatique et aérienne. Les racines apparaissent tardivement, elles se montrent de préférence dans la région aquatique où elles peuvent atteindre 10 à 15 centimètres de longueur (fig. 2); la région souterraine en est généralement dépourvue; elles prennent naissance à chaque nœud, au nombre de quatre le plus souvent, une sur chaque angle du stolon. On observe rarement la formation de racines adventives sur les entrenœuds, cependant il peut s'en développer; dans ce cas, elles apparaissent isolément sur les angles.

Les stolons qui prennent naissance dans l'eau n'offrent que d'une manière très atténuée la courbure que nous avons indiquée au début, quelquefois même celle-ci n'est pas visible et le stolon évolue de suite horizontalement; le reste du développement est semblable à celui que nous avons observé dans le cas précédent. Très souvent ces stolons ne sont pas ramifiés.

Les bourgeons d'origine souterraine, bien que ne montrant pas de courbure géotropique, peuvent devenir aquatiques par suite de la dénivellation du lit du cours d'eau et évoluer comme tels, ou bien présenter un développement souterrain. Dans ce cas ils prennent généralement naissance tout à fait à la base

de la tige principale ; ils débutent par une direction oblique de haut en bas et s'enfoncent dans le sol mais peu profondément, puis la direction change, l'allongement est horizontal et à l'extrémité apparaît le renflement. Ces stolons sont moins longs que ceux qui évoluent dans l'eau et sont plus ramifiés. Chaque rameau débute par une partie mince très courte à laquelle fait suite un renflement terminal moins volumineux que celui du bourgeon de l'axe principal.

Il arrive très souvent que le *Stachys palustris* se développe sur la rive à une certaine distance de l'eau. Dans ce cas, il ne se forme que des stolons aériens et des stolons souterrains. Les stolons aériens ne prennent naissance que lorsque la tige est recouverte par l'eau au moment d'une crue ; on n'observe point chez eux de courbure comme chez les stolons d'origine aérienne que nous avons vus précédemment ; ils évoluent en effet comme des stolons aquatiques ; d'ailleurs ils sont dirigés vers l'eau dans laquelle plonge leur extrémité.

Les stolons souterrains sont identiques à ceux que nous connaissons, cependant ils sont moins longs.

A une assez grande distance de l'eau, sur la berge, on trouve parfois des pieds de *Stachys palustris* croissant dans un terrain presque sec ; la base de la tige n'est en contact avec l'eau qu'au moment des fortes crues, une ou deux fois par an. La tige aérienne est alors en général moins développée que celle des pieds vivant dans l'eau, les fleurs sont moins nombreuses et quelquefois même font défaut. La base de la tige ne donne naissance qu'à des stolons souterrains. Chacun d'eux débute par une partie mince atteignant 10 à 15 centimètres, à entre-nœuds courts, puis on trouve immédiatement après la partie renflée terminale. Cette région est assez souvent horizontale, mais j'ai trouvé quelques échantillons dans lesquels une courbure s'était effectuée au point où débutait le renflement, de sorte que la direction était verticale. Sur toute la longueur de ces axes souterrains on n'observe pas de racines.

Pendant l'hiver la tige aérienne disparaît ainsi que la partie souterraine de l'année précédente. Les stolons de nouvelle formation meurent jusqu'au renflement terminal. Des racines adventives se sont développées à la fin de l'automne et, au prin-

temps suivant, le bourgeon terminal, dont l'extrémité est dirigée vers la surface du sol, évolue en tige aérienne, florifère le plus souvent, mais quelquefois stérile, comme nous l'avons vu lorsque la plante végète dans un terrain privé d'humidité.

ANATOMIE. — Nous avons à examiner la structure de l'axe florifère, de la base de la tige aérienne et du stolon.

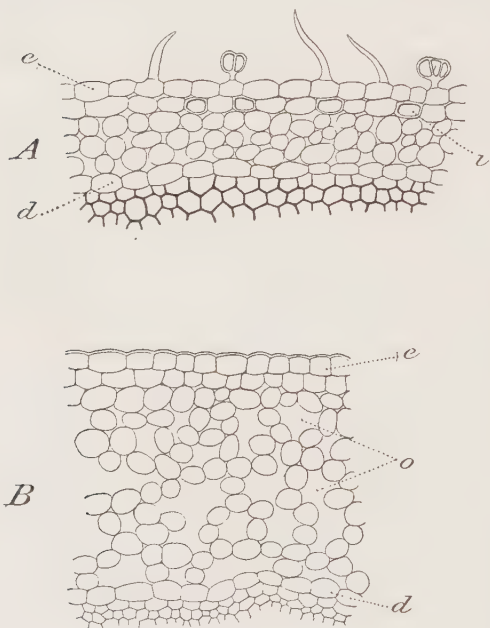


Fig. 3. — *Stachys palustris*. — A. Épiderme et écorce de la région florifère. B. Épiderme et écorce de la base de la tige aérienne — e, épiderme — i, cellules à parois épaissies — d, endoderme — o, lacunes.

La tige florifère (fig. 3, A) offre un épiderme formé de cellules à poils nombreux, l'assise sous-épidermique a des cellules scléreuses en certains points; l'écorce, peu épaisse, présente quatre assises de cellules laissant entre elles de nombreux méats; les angles sont occupés par des massifs collenchymateux. Le péricycle a des îlots de fibres scléreuses en face des faisceaux primaires; les formations secondaires sont bien développées dans les angles, l'assise génératrice s'étend laté-

ralement mais incomplètement d'un faisceau à un autre voisin, car l'assise pérимédullaire est lignifiée ainsi que le péricycle; la moelle est remplacée par une grande lacune.

Dans la base de la tige aérienne (fig. 3, B) l'épiderme est dépourvu de poils et la membrane externe des cellules est légèrement épaissie. Dans l'écorce, plus épaisse que dans la coupe précédente, le collenchyme fait complètement défaut, les cellules cylindriques laissent entre elles de nombreux méats et, de distance en distance, de véritables lacunes aérifères; le péricycle a des îlots scléreux peu nombreux en face des faisceaux

primaires. L'assise génératrice est continue : dans les angles elle a donné du bois et du liber secondaires bien différenciés, mais sur les côtés le bois secondaire est dépourvu de vaisseaux, et le liber secondaire n'est que peu développé. Au milieu de la moelle se trouve une grande lacune centrale.

Dans le stolon, nous avons à examiner la région aérienne, la région aquatique et la région souterraine.

Une coupe dans le stolon aérien, près de l'origine, montre un épiderme sans poils ; l'écorce présente en son milieu de grandes lacunes, le collenchyme manque, le péricycle renferme quelques amas fibreux comme dans les coupes précédentes, l'assise génératrice continue n'a formé qu'une assise ou deux de liber secondaire sur les côtés comme dans la base de la tige aérienne.

Dans la partie aquatique la structure est à peu près semblable à la précédente, elle n'en diffère que par la présence d'une petite quantité de collenchyme dans les angles et par l'absence de fibres péricycliques.

Le renflement terminal du stolon a une forme cylindrique, l'épiderme ne porte pas de poils, l'écorce est formée de cellules arrondies ne présentant que de petits méats, il n'y a pas de collenchyme, le péricycle n'a pas de fibres et le tissu conducteur est uniquement de formation primaire. La moelle a un développement exagéré et ne présente pas de lacune sauf dans la partie la plus âgée où la moelle commence à se résorber.

Le grossissement du bourgeon terminal est dû à l'emmagasinement de réserves, on y trouve en effet une grande quantité de saccharose dans l'écorce et dans la moelle.

Cette étude peut se résumer ainsi :

1° L'évolution complète du stolon passe par trois stades :

a) un développement aérien oblique de bas en haut ;

b) un allongement horizontal avec pénétration dans le sol ;

c) un stade de renflement avec redressement de toute la partie renflée ou simplement du bourgeon terminal.

Le premier stade tend à disparaître à mesure que l'on se rapproche de la partie la plus âgée de l'axe principal, si bien que les stolons qui naissent le plus profondément sur la partie souterraine débutent au deuxième stade.

2° L'examen de la structure anatomique des diverses parties

de la plante, montre que le stolon se rapproche de la base de la tige aérienne. Ces deux organes se ressemblent par l'absence de poils épidermiques, le manque de collenchyme, l'épaisseur de l'écorce et le fonctionnement de l'assise génératrice.

Scutellaria galericulata.

BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE EXTERNE. — Pendant l'été la tige principale dressée se développe et se ramifie, elle porte des fleurs ainsi que presque tous les rameaux.

A mesure que l'on se rapproche du sol on voit que les ramifications perdent peu à peu leur géotropisme négatif ; celles qui se développent à environ dix centimètres de la surface du sol ont d'abord une direction oblique, puis leur extrémité se recourbe, devient rampante, et enfin des fleurs apparaissent sur cette partie. Il est à remarquer que l'on n'observe pas de racines adventives sur la région rampante.

L'axe principal se continue dans le sol par le stolon de l'année précédente dont la partie conservée atteint quelquefois 30 et 40 centimètres, mais dans d'autres cas ne possède que 4 à 5 centimètres de longueur.

Les stolons prennent naissance sur cette partie souterraine et aussi tout à fait à la base de la tige aérienne (fig. 3, Pl. XI). Ceux qui se développent un peu au-dessus du niveau du sol ont une couleur pourprée, ils sont grêles et se dirigent immédiatement vers le sol où ils pénètrent aussitôt que leur extrémité a trouvé un interstice pour se loger. Leur croissance aérienne est très lente, mais lorsqu'ils sont sous terre ils s'allongent plus rapidement en décrivant en général de nombreuses sinuosités. Ces stolons sont ramifiés. Les nœuds portent des feuilles écailleuses très petites, accolées à la tige, à peine visibles, et cachant complètement le bourgeon elles ne s'écartent que lorsque ce bourgeon se développe. Les racines sont exclusivement localisées aux nœuds ; elles débutent au nombre de deux, situées entre les feuilles écailleuses, et apparaissent tardivement, à la fin de la croissance en longueur du stolon ; plus tard il peut s'en développer d'autres, mais toujours placées aux nœuds. Le bourgeon terminal, très petit, est excessivement délicat.

Les bourgeons de la partie souterraine de l'année précédente peuvent se développer aux divers nœuds en stolons souterrains, leur évolution est semblable à celle des bourgeons de la base de la tige aérienne. Les stolons s'allongent en pénétrant dans le sol quelquefois jusqu'à 10 ou 15 centimètres de profondeur, puis le bourgeon terminal se redresse mais reste au-dessous de la surface du sol. A partir du point où s'est effectuée cette courbure, le stolon présente un diamètre un peu plus grand. Le développement complet des stolons n'est achevé qu'au mois d'octobre ou de novembre.

Pendant l'hiver la tige aérienne florifère meurt ainsi que la partie souterraine de l'année précédente. A l'été suivant, le bourgeon terminal du stolon évolue en tige florifère et le cycle recommence. La partie souterraine reste vivante jusqu'à l'hiver suivant, elle ne fait que se séparer de la partie la plus âgée par la disparition des premiers entre-nœuds amincis de l'origine. Sur toute sa longueur elle pourra donner de nouveaux stolons.

ANATOMIE. — La région florifère est caractérisée par des prolongements en forme d'ailettes placés dans les angles ; l'épiderme est dépourvu de poils, sauf sur ces bourrelets. L'écorce, peu épaisse, est formée de deux ou trois assises de cellules sans méats ; le collenchyme est exclusivement localisé dans les prolongements latéraux. L'endoderme, formé de grosses cellules, est très visible sur toute son étendue ; le péricycle est très scléreux en face des faisceaux primaires, les amas de fibres sont rapprochés les uns des autres et forment un arc presque continu sur la face externe de chacun des massifs libéro-ligneux. Les formations secondaires ne sont développées que vis-à-vis des faisceaux primaires. Sur les côtés l'assise perimédullaire et le péricycle se sont lignifiées jusqu'à l'endoderme et l'assise génératrice n'a pu s'étendre d'un faisceau primaire à l'autre. Le centre de la coupe est occupé par une grande lacune.

La base de la tige aérienne végétative présente un épiderme à cellules un peu aplaties, l'assise sous-épidermique est continue ; et les cellules corticales qui sont au-dessous s'arrondissent et laissent entre elles de nombreux et grands méats ; le péricycle possède des îlots de fibres scléreuses en face des faisceaux primaires. Le liber secondaire a cinq ou six assises et

le bois secondaire est très développé. Dans les angles on trouve des vaisseaux de grand et de petit diamètre, mais sur les côtés les formations secondaires ont débuté par de petits vaisseaux ; on ne trouve des vaisseaux à grande ouverture que près de l'assise génératrice. A la place de la moelle il y a une grande lacune.

Une coupe transversale dans la partie la plus âgée d'un stolon de l'année montre un épiderme formé de cellules à membrane externe légèrement épaissie ; l'écorce présente d'abord à l'extérieur deux ou trois assises de cellules arrondies laissant entre elles quelques méats peu volumineux ; puis, à l'intérieur, on trouve des cellules très irrégulières avec de grands interstices. Le péricycle possède des îlots de fibres en face des faisceaux primaires. Les formations secondaires sont bien développées dans les angles, mais, l'assise pérимédullaire et le péricycle s'étant lignifiés, assez rapidement, l'assise génératrice n'a pas pu s'étendre complètement entre deux faisceaux primaires voisins,

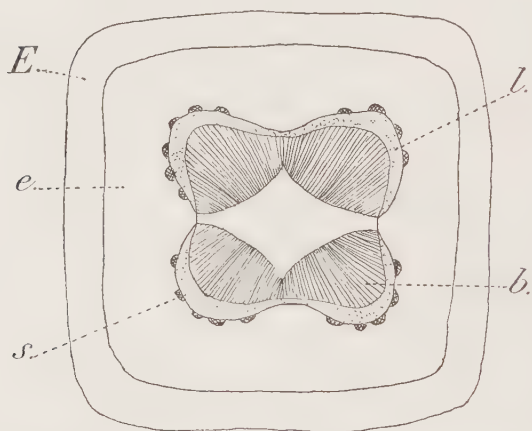


Fig. 4. — *Scutellaria galericulata*. — Coupe transversale schématique d'un stolon âgé. E, écorce externe — e, écorce interne — s, sclérenchyme — l, liber — b, bois.

si bien qu'il reste deux ou trois cellules péricycliques en face desquelles les formations secondaires n'existent pas. La moelle est remplacée par une lacune.

Pour nous rendre compte du fonctionnement de l'assise génératrice pendant toute la durée de l'axe souterrain il suffit d'examiner

la coupe (fig. 4) d'un stolon d'un an dont l'extrémité s'est redressée en tige aérienne. L'épiderme et l'écorce ne se sont pas modifiés, le péricycle présente des îlots de fibres libériennes sur presque toute son étendue. L'assise génératrice signalée dans les faisceaux libéro-ligneux de la coupe

précédente s'étend latéralement ; les deux bords parviennent tardivement à se rejoindre suivant deux côtés opposés de la coupe ; sur les deux autres côtés la jonction ne s'effectue pas avant la lignification complète du péricycle. Le bois secondaire développé en grande abondance dans les angles et en petite quantité suivant deux côtés, donne à la lacune centrale la forme d'un losange (fig. 4).

Nous pouvons résumer cette étude de la façon suivante.

L'évolution complète d'un stolon comprend deux stades :

1^o une évolution souterraine, quelquefois aérienne au début avec géotropisme négatif ;

2^o un stade horizontal avec redressement du bourgeon terminal.

Au point de vue anatomique, la tige florifère diffère de la base de la tige aérienne végétative par la présence des ailettes latérales et du collenchyme qu'elles renferment. La structure du stolon souterrain se rapproche de celle de la base de la tige aérienne par les méats de l'écorce et le développement des formations secondaires.

Monarda mollis.

BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE EXTERNE. — Le *Monarda mollis* est une plante de l'Amérique du Nord qui donne pendant l'été de petites fleurs rouges. Elle a été acclimatée en France et quelques horticulteurs la cultivent comme plante ornementale.

Au début du printemps on voit apparaître à la surface du sol un bouquet de feuilles qui prennent bientôt une coloration verte. Cette partie aérienne est le prolongement d'un stolon souterrain ; le bourgeon terminal se développe lentement en tige grêle qui se couche sur le sol lorsqu'elle a atteint une hauteur de 8 à 10 centimètres ; l'extrémité est redressée et se termine quelquefois par des fleurs, mais le plus souvent, dans nos régions, les fleurs avortent ou la tige reste stérile. Sur toute la partie rampante on n'observe pas de racines.

Lorsque la floraison est terminée les bourgeons portés par la partie souterraine entrent en voie de développement (fig. 5). Contrairement à ce que nous avons observé dans la

plupart des espèces étudiées, c'est sur la partie la plus âgée du stolon que les bourgeons commencent à évoluer: ils donnent des axes hypogés dont le premier entre-nœud, de diamètre très réduit, est dirigé presque horizontalement avec une légère inclinaison vers le haut, puis un accroissement de diamètre apparaît dans le stolon et l'allongement s'effectue horizontale-



Fig. 5. — *Monarda mollis*. — La tige principale aérienne *t* est couchée sur le sol: on voit l'origine des stolons *s* — *h* niveau du sol.

lement, quelquefois même le bourgeon terminal s'enfonce obliquement dans le sol.

Quand arrive la fin de l'automne, l'extrémité du stolon se redresse brusquement et arrive au niveau du sol. A partir de la courbure l'axe montre un épaississement. Chacun des stolons est remarquable par ses ramifications qui vont jusqu'au troisième et quatrième degré.

Les entre-nœuds sont tous à peu près de même longueur sur l'axe souterrain: les écailles placées aux nœuds persistent pendant toute la vie du rameau: sur la région verticale elles sont plus développées que sur la partie horizontale. Le bourgeon terminal, placé au niveau du sol, a une coloration rougeâtre, il montre des feuilles écailleuses sur lesquelles il est possible de distinguer un pétiole et un limbe.

Les racines sont localisées aux nœuds, elles apparaissent successivement de chaque côté des écailles, et leur nombre ne dépasse jamais quatre sur les nœuds les plus âgés, mais il est souvent moindre.

Pendant l'hiver la partie aérienne de la plante est détruite, et

pendant la période végétative suivante la tige souterraine de l'année précédente meurt à son tour. Les extrémités des jeunes stolons qui sont au niveau du sol persistent pendant la saison froide, et au printemps suivant ils évolueront en tiges dressées.

ANATOMIE. — Une coupe transversale pratiquée près de l'extrémité de l'axe florifère offre un épiderme muni de poils nombreux ; l'écorce est formée de sept assises de cellules arrondies avec méats et les angles de la coupe sont occupés par des massifs collenchymateux formant des bourrelets extérieurs très développés. L'endoderme n'a rien de particulier et le péricycle ne présente pas de fibres scléreuses. L'assise génératrice est interrompue sur les côtés ; elle n'a donné du bois et du liber secondaire que dans les angles. L'assise pérимédullaire est lignifiée ainsi que le péricycle sur toute sa longueur. Au milieu de la coupe se trouve une grande lacune.

A la base de la tige principale aérienne florifère on trouve un épiderme avec poils, en général placés aux angles. L'écorce a six assises de cellules aplaties et laissant entre elles de petits méats ; le collenchyme se trouve encore en grande quantité dans les angles, mais ne forme pas de bourrelets saillants à l'extérieur. L'endoderme présente de grosses cellules et le péricycle est dépourvu de fibres. Le liber secondaire forme un anneau continu de six assises de cellules ; le bois est bien développé, principalement dans les angles où les gros vaisseaux se rencontrent en abondance, tandis qu'ils sont plus rares sur les côtés. Une lacune existe encore au centre, mais elle est plus réduite que dans la coupe précédente.

Si l'on coupe transversalement un jeune stolon dont l'allongement horizontal est terminé, on aperçoit un épiderme avec quelques poils et immédiatement au-dessous une assise de cellules qui commencent à se diviser tangentielllement. Cette assise subéreuse se sépare de l'épiderme, aux angles où elle contourne de petits massifs de collenchyme réduits chacun à une dizaine de cellules. L'écorce qui vient au-dessous montre huit assises avec méats.

L'endoderme et le péricycle n'offrent rien de particulier. Le liber secondaire est représenté par trois ou quatre assises de cellules et le bois par un nombre égal de couches de cellules

lignifiées renfermant en face des faisceaux primaires des vaisseaux de grand diamètre. Le centre est occupé par la moelle.

Dans le premier entre-nœud de la région initiale du stolon, la section montre fréquemment un contour hexagonal qui, le plus souvent, ne se rencontre que dans cette région mais peut quelquefois se retrouver sur le deuxième entre-nœud. Lorsque les assises génératrices ont fonctionné, le stolon s'est arrondi et il n'est guère facile de pouvoir retrouver la forme primitive.

De la structure du stolon jeune on passe à celle du stolon d'un an dont l'extrémité a donné la tige aérienne en suivant le développement des assises génératrices. Après la formation de cinq ou six assises de cellules subéreuses, l'épiderme et le collenchyme angulaire qui se trouvent à l'extérieur ont été rejetés. Les cellules corticales sous-jacentes sont aplaties. L'assise libéro-ligneuse n'a donné à l'extérieur que deux ou trois assises de cellules de plus, tandis que le bois secondaire s'est très développé (fig. 2, Pl. XI). Sur les côtés on trouve en effet une zone interne formée de cellules ligneuses tandis que la partie la plus rapprochée de l'assise génératrice offre en assez grande quantité des vaisseaux à grande ouverture. La moelle est toujours présente au centre.

Cette étude peut se résumer ainsi :

Les stolons apparaissent aux nœuds les plus éloignés de l'axe dressé et chacun d'eux passe par deux stades :

1° un stade horizontal ;

2° un stade oblique de bas en haut avec redressement du bourgeon terminal.

L'étude de la structure de chacune des parties de la tige nous montre que la base de l'axe aérien et le stolon souterrain ont un grand nombre de caractères communs.

Genre *Mentha*.

Dans le genre *Mentha* j'ai examiné plusieurs espèces ayant une biologie un peu différente l'une de l'autre. Ainsi, chez quelques-unes d'entre elles nous ne trouvons que des stolons souterrains et chez d'autres nous avons des stolons souterrains et des stolons aériens.

Dans le premier groupe se placent les *Mentha viridis* et *Mentha crispa*, et dans le deuxième, les *Mentha rotundifolia*, *Mentha piperita*, *Mentha aquatica*.

Dans l'étude qui va suivre, je prendrai comme type du premier groupe le *Mentha viridis* et j'indiquerai pour l'autre espèce les différences que j'ai constatées.

Je ferai de même pour le deuxième groupe en prenant comme type le *Mentha rotundifolia*.

Mentha viridis.

BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE EXTERNE. — Au printemps sort de terre une tige dressée qui croît rapidement et se ramifie beaucoup ; l'axe principal et les rameaux portent à l'extrémité un épi florifère.

La tige principale se continue dans le sol sur une assez grande longueur, quelquefois un mètre. A la fin du mois de juin les bourgeons situés sur cette partie souterraine se développent en stolons ; les premiers qui apparaissent sont ceux qui se trouvent le plus près de la surface du sol. Au début de leur évolution ils ont une direction oblique de bas en haut, très rap-

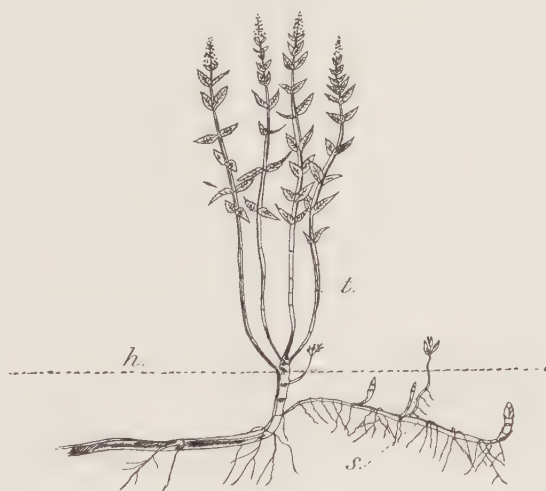


Fig. 6. — *Mentha viridis*. — Pied montrant l'origine des stolons souterrains *s* — *t*, tige principale aérienne — *h*, niveau du sol.

prochée de la verticale, mais cette direction ne persiste que si le bourgeon se trouve très rapproché de la surface du sol ; dans ce cas l'extrémité du rameau devient aérienne, conserve son géotropisme négatif et donne naissance à une tige dressée

grêle stérile. Le plus souvent, lorsque le stolon a atteint une longueur de 2 ou 3 centimètres il se recourbe, prend une direction oblique inverse mais moins accentuée, se rapprochant de l'horizontale, et s'enfonce dans le sol où il peut pénétrer jusqu'à une profondeur de 20 centimètres.

Lorsque la croissance en longueur est à peu près terminée, c'est-à-dire vers la fin du mois de septembre, le stolon montre des ramifications ; un certain nombre de bourgeons axillaires se développent et donnent des axes courts, grêles, doués d'un géotropisme négatif, leur bourgeon terminal est dirigé vers la surface du sol au niveau duquel il arrive et au-dessus duquel il émerge quelquefois en montrant des feuilles vertes. Pendant ce développement des rameaux secondaires, l'axe souterrain principal achève son évolution en recourbant vers la surface du sol son extrémité qui, en même temps, se renfle (fig. 5, Pl. XI). Ce renflement est la première ébauche de la tige dressée florifère de l'année suivante. Sur cette partie renflée on observe rarement le développement des bourgeons latéraux.

La partie située près de l'origine de chacun des axes souterrains reste mince sur une longueur de 4 ou 5 centimètres, puis le stolon grossit pour conserver le même diamètre jusqu'au renflement terminal. Sur toute la partie amincie le stolon présente des entre-nœuds courts de 1 centimètre de longueur au maximum ; dans la partie qui fait suite les entre-nœuds peuvent atteindre 8 à 10 centimètres lorsque la plante croît dans un terrain humide. Les feuilles placées aux nœuds sont écailleuses et recouvrent complètement le bourgeon. Les racines adventives se développent rapidement, on peut en voir l'ébauche à



Fig. 7. — *Mentha viridis*. — Extrémité de stolon montrant l'origine des racines.

1 centimètre de l'extrémité de l'axe souterrain, et à 5 ou 6 centimètres elles sont déjà bien développées (fig. 7). Les racines apparaissent par paires, aux nœuds ; il en naît une à l'aisselle de chaque bourgeon,

entre ce dernier et l'axe qui le porte ; puis, un peu plus tard, il peut en apparaître de nouvelles au même nœud, mais situées sur les deux autres côtés de l'axe ; ce sont toujours les pre-

mières formées qui ont le plus grand développement, on n'en trouve pas sur les entre-nœuds.

Pendant l'hiver toutes les parties aériennes meurent. La partie souterraine de l'année précédente ne disparaît pas de suite, elle persiste en général jusqu'à l'année suivante, mais perd la propriété de développer de nouveaux rameaux.

Au printemps suivant le bourgeon terminal de l'axe principal se développe rapidement et donne la tige aérienne florifère; des axes secondaires, les uns disparaissent, les autres évoluent en tiges dressées généralement stériles.

ANATOMIE. — Une coupe transversale de la tige dans la région florifère montre un épiderme avec poils, une assise sous-épidermique formée de cellules plus grandes que les cellules voisines; l'écorce présente quatre assises de cellules petites laissant entre elles des méats; les angles de la coupe sont occupés par des massifs collenchymateux bien développés; l'endoderme a des cellules volumineuses et allongées tangentiellement; le péricycle présente quelques fibres scléreuses isolées en face des faisceaux primaires. Les formations secondaires ont pris un grand développement dans les angles où se trouvent des vaisseaux à large ouverture; sur deux des côtés de la coupe l'assise génératrice forme une ligne continue ayant donné à l'extérieur deux assises de cellules libériennes et à l'intérieur quelques cellules ligneuses sans vaisseaux; sur les deux autres côtés l'assise génératrice n'existe pas au milieu, car le péricycle est sclérifié. La moelle est formée de grandes cellules.

A la base de la tige aérienne l'épiderme a disparu presque complètement, les cellules corticales sous-jacentes se sont subérifiées sur une épaisseur de quatre ou cinq assises, sauf dans les angles où l'épiderme a persisté; dans cette région, on trouve quelques cellules collenchymateuses. L'écorce située au-dessous est très réduite et formée par deux ou trois assises de parenchyme; l'endoderme est très net et le péricycle présente dans les angles des îlots scléreux un peu plus volumineux que ceux trouvés dans la région florifère. Quant aux formations secondaires, elles sont continues et très développées: le liber montre sept ou huit assises et le bois dont l'épaisseur est très grande présente de grands vaisseaux vis-à-vis les faisceaux primaires

et du parenchyme ligneux dans l'intervalle. La moelle a des cellules moins grandes que dans la région florifère.

La région du stolon située près de l'origine a la structure suivante: un épiderme sans poils, en quelques points remplacé par du liège, une écorce très épaisse avec environ une douzaine d'assises de cellules laissant entre elles de nombreux méats; le collenchyme fait défaut dans les angles, l'endoderme a des cellules moins grosses que dans la région aérienne, le péricycle montre quelques rares fibres scléreuses dans les angles. L'assise génératrice est continue, elle donne des formations secondaires bien développées vis-à-vis des faisceaux primaires et seulement quelques assises de cellules libériennes et de parenchyme ligneux sur les côtés; la moelle occupe une grande partie de la coupe.

La structure de la région moyenne du stolon ne diffère de la précédente que par l'absence de fibres scléreuses dans le péricycle.

Ces structures sont celles que l'on observe dans un stolon ayant terminé son allongement souterrain, dans lequel le bourgeon terminal est différencié mais n'a pas encore évolué en axe aérien florifère. Pendant ce développement la partie souterraine reste vivante; des formations secondaires plus abondantes prennent naissance, et l'assise génératrice produit à ce moment des vaisseaux de grand diamètre aussi bien sur les côtés que dans les angles. Ces formations vont en s'accroissant depuis l'origine du stolon jusqu'à la tige dressée.

Le renflement signalé à l'extrémité du stolon conserve les caractères de ce dernier; cependant on trouve une écorce un peu plus épaisse, des petits massifs collenchymateux dans les angles et une moelle très volumineuse. Les réserves nutritives accumulées dans cette partie s'y trouvent sous forme de saccharose.

En résumé, l'évolution complète d'un stolon passe par trois stades:

- 1° un stade oblique de bas en haut;
- 2° une courbure en sens inverse avec pénétration dans le sol;
- 3° un redressement de l'extrémité avec renflement du bourgeon terminal.

Certains stolons souterrains, après le premier stade, perdent la propriété de se recourber et donnent des tiges aériennes stériles.

La comparaison des structures de l'axe florifère, de la base de la tige dressée et du stolon nous permet de rapprocher ces deux dernières qui ont des caractères semblables : absence de poils épidermiques, présence de couches subéreuses, réduction du collenchyme, petitesse des cellules endodermiques.

Mentha crispa.

BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE EXTERNE. — C'est, avec *Mentha viridis* et *Mentha longifolia*, une des rares espèces qui ne possèdent que des stolons souterrains. Sa biologie se rapproche beaucoup de celle de *Mentha viridis*, cependant on observe une modification dans le mode de différenciation de l'extrémité du stolon. La première ébauche de la tige dressée florifère qui apparaît sous forme de renflement dans le *Mentha viridis* n'existe pas ici. Le stolon évolue de la même façon et passe par les divers stades que nous avons signalés dans l'espèce précédente ; il a à peu près le même diamètre sur toute sa partie souterraine, sauf à l'endroit où s'arrête la croissance horizontale, qui est marqué par un petit renflement (fig. 8). A partir de ce point le stolon se redresse verticalement en même temps que son diamètre diminue brusquement. L'extrémité arrive jusqu'au niveau du sol, mais ne sort pas. Les nombreux rameaux de l'axe souterrain montrent dès le début de leur évolution un géotropisme négatif et les racines adventives apparaissent par paire à chaque nœud, comme il a été dit pour le *Mentha viridis*.



Fig. 8. — *Mentha crispa*. — Extrémité de stolon.

ANATOMIE. — La structure anatomique des diverses parties se rapproche de celle déjà observée dans le *Mentha viridis*. La présence de collenchyme dans les parties aériennes, son absence presque complète dans les régions souterraines, le développement de l'écorce et des tissus conducteurs sont des caractères qui se retrouvent dans les deux espèces. Cependant une différence bien nette est à signaler, c'est l'absence de fibres

péricycliques dans toutes les parties de *Mentha crispa*.

A l'extrémité du stolon on trouve une région amincie que nous allons examiner.

L'épiderme est disparu par endroits et les cellules corticales sont subérifiées. L'écorce présente une dizaine d'assises de cellules et le collenchyme forme de petits massifs dans les angles de la coupe. L'endoderme possède des cellules plus grosses que celles de l'écorce ; le péricycle est dépourvu de fibres et l'assise génératrice, bien que continue, n'a donné des tissus conducteurs secondaires bien différenciés que dans les angles. Au centre se trouve la moelle.

Les caractères distinctifs que l'on rencontre en comparant cette espèce à *Mentha viridis* sont les suivants :

- 1° Différenciation particulière de l'extrémité du stolon ;
- 2° Absence de fibres scléreuses dans le péricycle ;
- 3° Absence de matières de réserve dans la région terminale souterraine.

Mentha rotundifolia.

BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE EXTERNE. — La tige dressée florifère que l'on rencontre au printemps porte des rameaux dont l'extrémité se développera plus tardivement en épi floral. La partie souterraine qui continue l'axe principal s'étend sur une longueur qui peut atteindre 30 à 40 centimètres. Les rameaux latéraux, qui sont tous florifères, ont un géotropisme négatif peu marqué même à la partie supérieure de la tige. Après la floraison la tige florifère se dessèche à l'extrémité et les bourgeons inférieurs les plus rapprochés du sol se développent en rameaux obliques de bas en haut, mais cette direction ne persiste pas, l'extrémité se recourbe bientôt vers le sol et l'axe devient rampant sur la plus grande partie de sa longueur ; les feuilles qu'il porte sont semblables à celles qui sont sur la tige dressée et la partie qui est en contact avec le sol présente quelques racines qui se dessèchent rapidement. A l'automne le bourgeon se redresse et évolue en tige dressée florifère dont les fleurs avortent. La partie rampante, dont les entre-nœuds ont à peu près tous la même longueur, porte à chaque nœud deux rameaux végétatifs dressés peu développés (fig. 4, Pl. XII).

Sur la région souterraine de la plante se développent de nombreux bourgeons axillaires. Le mode d'évolution de chacun d'eux est le suivant : Les bourgeons situés près de la surface du sol donnent au début une tige souterraine à géotropisme négatif; dans quelques cas l'allongement se continue dans cette direction en produisant une tige aérienne grêle et stérile, mais le plus souvent le bourgeon terminal, en arrivant à la surface du sol, s'allonge horizontalement sur une petite longueur, devient de nouveau souterrain, puis aérien, alternant ainsi jusqu'à l'extrémité qui est souterraine ou protégée par des herbes ou des feuilles quand la croissance en longueur est terminée. Sur les régions souterraines, les nœuds portent des feuilles écailleuses, les bourgeons peuvent se développer pour donner des stolons semblables à l'axe principal, les racines adventives qui apparaissent aux nœuds sont longues et ramifiées; sur les parties aériennes, les nœuds portent des feuilles vertes moins grandes que dans la tige florifère, les bourgeons évoluent en tiges dressées stériles de 3 à 4 centimètres de longueur; des racines se développent comme dans les régions souterraines et fixent solidement le stolon au sol. L'allongement de cet organe est plus rapide dans le sol que dans l'air.

Les bourgeons qui se trouvent plus profondément dans le sol produisent aussi des stolons, mais la partie située près de l'origine ne possède pas un géotropisme négatif aussi accentué que chez les précédents; l'évolution est presque totalement souterraine, il n'y a que l'extrémité du stolon qui arrive au niveau du sol et sort quelquefois à l'extérieur.

Chaque stolon débute par une partie mince.

Lorsque la tige aérienne principale a fleuri, elle se flétrit presque jusqu'à la base. A ce moment, si la saison n'est pas trop avancée, les bourgeons aériens les plus rapprochés de la surface du sol se développent en tiges dressées florifères, à géotropisme négatif très net, et chacune d'elles se comporte comme l'axe principal.

Pendant l'hiver toutes les tiges dressées aériennes disparaissent, seules les parties rampantes et les stolons souterrains de formation récente persistent, les rameaux souterrains de l'année précédente se détruisant également. Le bourgeon ter-

minal de l'axe principal, qui est ou souterrain ou protégé par des herbes desséchées, se développe au printemps suivant en tige dressée florifère et le cycle recommence.

ANATOMIE. — La région florifère présente un épiderme légèrement cutinisé et porte un assez grand nombre de poils de deux sortes, les uns capités, les autres digités. L'écorce est formée de quatre ou cinq assises de cellules avec de tout petits méats et les angles sont occupés par des masses collenchymateuses très développées, formant extérieurement des sortes de bourrelets. L'endoderme est formé de grandes cellules. L'assise péricyclique renferme en face des faisceaux primaires des fibres scléreuses groupées dans les angles et formant des sortes de calottes; en face des faisceaux médians on ne trouve que quelques fibres isolées. L'assise génératrice n'existe qu'entre le bois et le liber primaire des faisceaux: dans l'intervalle qui les sépare l'assise pérимédullaire et le péricycle sont sclérifiés jusqu'à l'endoderme. Cette assise génératrice fonctionne d'une façon particulière, elle produit une grande quantité de liber et très peu de bois; les masses libériennes la refoulent vers le centre de la coupe ainsi que le bois primaire, ce qui donne au cylindre central un aspect assez spécial. La moelle occupe le centre (fig. 6, Pl. XIV).

La partie basilaire de la tige dressée est limitée par un épiderme détruit en grande partie; aux endroits où il existe on trouve quelques rares poils et dans les intervalles un suber peu épais le remplace. L'écorce est formée de 3 assises de cellules présentant entre elles des méats; le collenchyme existe dans les angles, mais en petite quantité et ne provoque pas la formation de bourrelets comme dans la coupe précédente; l'endoderme, bien que très visible, a des cellules moins volumineuses que dans la région florifère; le péricycle ne présente que quelques fibres isolées en face des faisceaux primaires. Les formations secondaires sont très développées sur tout le pourtour du cylindre central, le liber a une épaisseur à peu près égale sur toute son étendue, le bois présente des cellules ligneuses et des vaisseaux à grande ouverture dans toute son épaisseur, cependant on observe quelques files formées uniquement de cellules ligneuses et correspondant aux espaces séparant les faisceaux primaires. La région médullaire est réduite.

Dans le stolon nous allons examiner successivement les parties souterraines et aériennes.

A l'origine du stolon, l'épiderme présente des poils peu nombreux et de deux espèces. L'écorce, plus épaisse que dans la partie aérienne, possède dix assises de cellules, le collenchyme est réduit et occupe les angles, l'endoderme a des cellules petites. Le péricycle montre, en face des faisceaux primaires, des fibres scléreuses; l'assise génératrice est continue mais ne donne qu'en petite quantité du liber et du bois secondaires, deux ou trois assises, sauf dans les angles où ces formations sont abondantes. La moelle est très développée.

La partie rampante, qui fait suite à la précédente, n'en diffère que par la présence de poils épidermiques plus abondants.

Les coupes faites aux divers niveaux de ce stolon sont toutes semblables, sauf dans la région terminale où l'on observe un développement un peu plus grand du collenchyme.

Lorsque le bourgeon terminal se développe, la partie souterraine s'accroît et une coupe pratiquée vers le milieu du stolon montre des formations secondaires très développées. Le liber forme un anneau continu à peu près d'égale épaisseur sur toute son étendue; le bois est formé de cellules ligneuses et de vaisseaux de grand diamètre, sauf au milieu de deux côtés opposés où il est constitué presque exclusivement de fibres.

Il nous reste à examiner la structure des rameaux aériens basilaires qui évoluent en tiges rampantes à extrémité florifère. La partie initiale offre les caractères de la base de la tige. La région rampante présente un épiderme avec poils nombreux, l'écorce a six ou sept assises de cellules, le collenchyme est moins développé que dans la région florifère, l'endoderme est très visible, le péricycle a des fibres scléreuses très nombreuses dans les angles, l'assise génératrice continue n'a donné que quelques éléments secondaires sur les côtés, mais beaucoup plus accentués dans les angles. La moelle est bien développée.

Cette étude peut se résumer ainsi :

L'évolution complète du stolon d'origine souterraine passe par trois stades :

1^o un stade dressé;

2^o un stade horizontal, tantôt aérien, tantôt souterrain;

3° une différenciation du bourgeon terminal.

Certains rameaux d'origine souterraine, arrivés au niveau du sol, continuent leur développement dans la même direction et disparaissent bientôt.

Les bourgeons basilaires de la tige dressée peuvent évoluer en rameaux rampants à fleurs avortées.

En comparant la structure des diverses parties de la plante on trouve des différences très marquées entre la région florifère et la base de la tige, entre lesquelles il est possible de trouver une transition dans la partie rampante aérienne de la tige florifère. Quant au stolon, sa structure est à peu près la même sur toute sa longueur; nous y trouvons en effet un collenchyme réduit, des cellules endodermiques petites, des fibres péricycliques isolées en face des faisceaux primaires, caractères qui nous permettent de dire que le stolon conserve la structure que nous avons trouvée dans la partie basilaire de la tige dressée.

Mentha piperita.

BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE EXTERNE. — Le *Mentha piperita* est surtout remarquable par l'abondance et la longueur de ses stolons, principalement des stolons aériens dont quelques-uns peuvent atteindre deux mètres.

A la base de la tige aérienne on trouve des nœuds très rapprochés dont la plus grande partie portent des bourgeons qui évoluent en stolons. Les uns sont aériens, les autres sont souterrains.

Les premiers bourgeons qui se développent sont situés dans le sol, aux nœuds les plus rapprochés de la surface. Leur direction est oblique de bas en haut, faisant un angle de 35 à 40° avec l'horizontale; leur extrémité est vite hors de terre et leur développement devient ensuite aérien en présentant sur son étendue quelques régions souterraines (fig. 9). L'allongement est terminé au début de l'hiver et, au moment où la température diminue, on peut voir que le bourgeon terminal se recourbe et pénètre dans le sol, en même temps que l'on constate une légère augmentation de diamètre. Cette pénétration dans le sol ne dure pas longtemps et l'extrémité du stolon se recourbe brus-

quement pour amener le bourgeon terminal au niveau du sol. Les premiers entre-nœuds qui se forment sont de diamètre plus petit que les autres. Tous les entre-nœuds ont à peu près la même longueur de 3 à 4 centimètres ; les nœuds souterrains portent des feuilles écailleuses peu développées, ceux qui sont

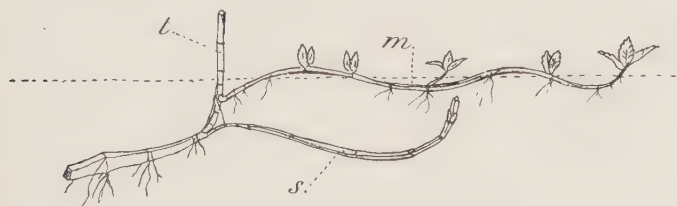


Fig. 9. — *Mentha piperita*. — Base de tige principale *t* avec un stolon mi-aérien, mi-souterrain *m* et un stolon souterrain *s*.

aériens ont des feuilles plus grandes, mais de dimensions plus réduites que celles de la tige dressée.

Ces stolons sont très ramifiés (presque tous les bourgeons se développent), ceux qui sont dans le sol se dirigent immédiatement vers la surface, les autres donnent des tiges rampantes. Deux cas se présentent dans l'évolution du stolon souterrain : lorsque l'extrémité du rameau arrive à la surface du sol avant l'hiver, il s'allonge en rampant et l'extrémité pénètre dans le sol pendant la saison froide ; quand le bourgeon terminal n'arrive dans le milieu aérien qu'au début de l'hiver, il ne se développe pas et reste à cet état jusqu'au printemps suivant.

Les racines sont bien développées (fig. 10), elle apparaissent d'abord au nombre de deux à chaque nœud, une sur chacune des faces dépourvues de feuilles, puis, un peu plus tard, il en apparaît une à l'aisselle de chacun des bourgeons axillaires. Les racines ont en général une plus grande importance aux nœuds les plus rapprochés de la courbure qui précède la tige dressée.



Fig. 10. — *Mentha piperita*. — Extrémité de stolon avec des racines adventives.

Au printemps, chaque extrémité de stolon évolue en tige aérienne. La plupart d'entre elles sont florifères, celles qui

sont stériles ont leur origine sur des ramifications de deuxième ou de troisième degré.

J'ai observé sur cette plante des particularités intéressantes. Lorsque approche l'hiver et que la tige aérienne florifère com-

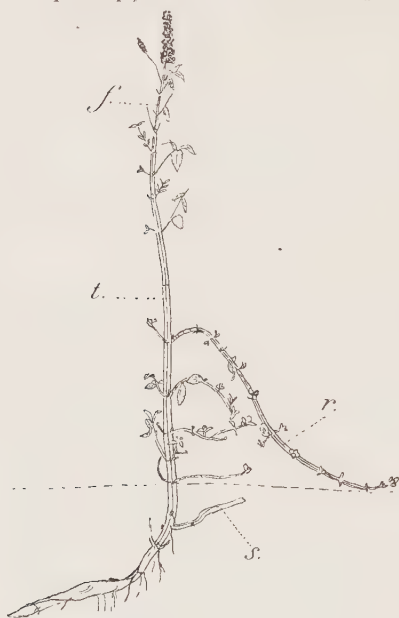


Fig. 11. — *Mentha piperita*. — Pied complet avec les stolons aériens — *t*, tige principale aérienne — *f*, région florifère — *r*, rameau rampant aérien — *s*, stolon souterrain.

menge à se flétrir par la partie supérieure, on voit se développer sur cette tige des bourgeons situés quelquefois à 20 ou 25 centimètres au-dessus du niveau du sol (fig. 11). Le début de leur évolution est semblable à celui des autres rameaux aériens, mais, lorsqu'ils ont cinq ou six centimètres de longueur, leur extrémité se recourbe vers la terre, leur croissance devient plus rapide et quand l'extrémité est parvenue en contact avec le sol, elle s'allonge horizontalement et continue à croître comme les stolons qui ont été signalés. Si la croissance n'a pas été assez rapide et que le

rameau n'ait pas atteint le sol lorsque arrive la période des gelées, il disparaît. Ces formations de stolons prennent une bien plus grande importance lorsque les bourgeons de la base de la tige ne se développent pas ou s'ils évoluent seulement en petit nombre.

ANATOMIE. — La région florifère montre un épiderme avec des poils de deux sortes, les uns allongés, les autres capités. L'écorce mince est formée de 4 ou 5 assises de cellules avec méats; dans les angles l'épaisseur augmente et on y trouve de gros massifs de collenchyme. Les cellules endodermiques ont les mêmes dimensions que les cellules corticales voisines et le péricycle présente des amas scléreux dans les angles. L'assise génératrice, très visible entre le bois, et le liber primaires,

s'étend latéralement, mais les bords ne se rejoignent pas sur les côtés. L'assise pérимédullaire est sclérifiée ainsi que le péri-cycle; le centre est occupé par la moelle.

La base aérienne de la tige florifère possède un épiderme à peu près dépourvu de poils; l'écorce a sept ou huit assises de cellules laissant entre elles de grands méats sauf dans les angles qui sont occupés par le collenchyme. Parmi les cellules corticales on observe des cellules scléreuses isolées ou formant des groupes de deux ou trois; elles sont plus nombreuses dans la partie interne que vers l'extérieur. Le péri-cycle est dépourvu de fibres. L'assise génératrice continue à donner, vers l'extérieur, du liber sur une épaisseur de six ou sept assises, tandis que le bois est beaucoup plus développé; sur les côtés, il est surtout formé de cellules ligneuses avec quelques vaisseaux disséminés, tandis que dans les angles les vaisseaux de grand diamètre y sont en grand nombre. Au centre se trouve la moelle.

Le stolon qui se développe à la base de la tige offre les caractères suivants dans les diverses régions aériennes: un épiderme sans poils, une écorce épaisse avec douze ou quinze assises de cellules, le collenchyme est très réduit dans les angles, l'endoderme est formé de grandes cellules allongées tangentiellement, le péri-cycle est sans fibres, les formations secondaires sont surtout abondantes dans les angles. La moelle est volumineuse.

Les parties souterraines sont à peu près semblables, mais en différent par la présence, dans l'écorce, de cellules scléreuses identiques à celles que j'ai signalées dans la base de la tige dressée (fig. 5, Pl. XIV).

Le stolon qui prend naissance au milieu de la tige aérienne montre, dans la région la plus âgée, un épiderme avec de nombreux poils, l'écorce est formée de six ou sept assises de cellules et le collenchyme est abondant dans les angles. L'endoderme a des cellules moyennes et le péri-cycle est dépourvu de fibres. Les formations secondaires sont peu développées, sauf dans les angles. La moelle occupe la partie centrale.

En comparant la structure de cette région avec celle de la partie descendante et de la partie rampante qui continuent le stolon, il est facile de voir que l'épiderme présente moins de poils, que l'écorce devient plus épaisse avec des méats plus

grands, que l'endoderme a des cellules plus volumineuses.

Cette étude peut se résumer ainsi :

Le stolon, qu'il soit d'origine aérienne ou d'origine souterraine, passe par trois stades :

1° un stade oblique de bas en haut ;

2° un stade horizontal avec alternance de régions épigées et hypogées ;

3° un stade dressé qui correspond à la différenciation de la tige aérienne.

Par l'épaisseur de l'écorce, la présence de grands méats et de cellules scléreuses dans l'écorce, la dimension des cellules endodermiques, on peut rapprocher la structure de la base de la tige aérienne de celle du stolon souterrain. Les parties aériennes du stolon, tout en conservant quelques-uns de ces caractères, se rapprochent davantage de la partie moyenne de la tige dressée.

Mentha aquatica.

BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE EXTERNE. — La biologie de cette plante varie beaucoup suivant le milieu dans lequel elle est appelée à évoluer.

Lorsque la plante vit continuellement dans le voisinage de l'eau, elle donne sur la berge, pendant l'été, une tige aérienne dressée portant des fleurs. Pendant la floraison, on voit que les bourgeons souterrains les plus rapprochés de la surface du sol entrent en voie de développement. Le bourgeon s'allonge d'abord horizontalement en donnant une tige qui arrive bientôt dans l'eau. La croissance dans le sol est lente, les entre-nœuds sont courts et le diamètre est réduit, mais aussitôt que l'extrémité devient aquatique, la croissance s'accélère, les entre-nœuds deviennent beaucoup plus longs et le stolon rampe généralement sur l'eau ; son diamètre augmente beaucoup. Sa longueur peut atteindre trois mètres, mais en général lorsque les stolons atteignent cette dimension ils se brisent et sont emportés par le courant. Le stolon aquatique, souvent d'une teinte vert pâle, possède deux écailles à chaque nœud qui ne persistent pas longtemps, et laissent, en tombant, leur trace sur la tige.

Aux nœuds se développent des racines ; elles sont d'abord au

nombre de deux, puis, un peu plus tard, au nombre de quatre. Lorsque les entre-nœuds sont très longs, on observe quelquefois la formation de racines au milieu des entre-nœuds. L'allongement ne se termine qu'à l'automne et à ce moment on voit que l'extrémité du stolon se redresse, prend une direction verticale de bas en haut, les entre-nœuds sont courts et les nœuds portent des feuilles vertes plus grandes que les feuilles écailleuses et qui devront protéger le bourgeon terminal pendant l'hiver. Cette partie dressée augmente de diamètre en même temps que les racines prennent une grande importance dans la région qui précède immédiatement la courbure. Au printemps suivant elle se développe et donne la tige dressée florifère.

La plupart des bourgeons qui se forment à la base de la tige dressée se dirigent vers l'eau ; quelques-uns ont cependant une direction inverse, leur évolution est complètement souterraine et beaucoup moins étendue que dans le cas précédent. Si la région basilaire de l'axe principal aérien est aquatique, quelques-uns des bourgeons qu'il porte évoluent en stolons aquatiques.

Il arrive fréquemment que le niveau de l'eau dans laquelle plongent les stolons s'abaisse et que les rameaux aquatiques deviennent aériens. Les stolons continuent alors à s'accroître en rampant, ils sont cachés par les autres herbes aquatiques placées sur le lit, tels que sphaignes, mousses. Dans ce cas presque tous les bourgeons axillaires portés par ce rameau rampant évoluent en tiges dressées, le plus souvent stériles.

Enfin un certain nombre de pieds que j'avais plantés dans un endroit sec se sont tous bien développés et n'ont donné que que des stolons souterrains.

Le *Mentha aquatica* peut donc, suivant le milieu dans lequel il se trouve, donner des stolons de différentes natures.

ANATOMIE. — La région florifère est caractérisée par un épiderme abondamment pourvu de poils, une écorce peu épaisse avec six assises de cellules et un collenchyme abondant dans les angles. L'assise génératrice est discontinue et la moelle occupe la plus grande partie de la coupe.

La base aérienne de la tige, d'un diamètre beaucoup plus grand que la région précédente, montre un épiderme avec quelques poils glandulaires, et immédiatement au-dessous les

cellules corticales se subérifient. L'écorce a douze assises de cellules serrées les unes contre les autres dans la zone externe, mais laissant entre elles, dans la région interne, de grands méats. De distance en distance on trouve des cellules corticales sclérifiées. Le collenchyme est en petite quantité. L'endoderme est formé de cellules allongées tangentiellement, chez lesquelles on ne voit que rarement des épaississements latéraux ; le péri-cycle est dépourvu de fibres. Les formations secondaires sont bien développées, principalement le tissu ligneux qui présente de grands vaisseaux dans les angles et, sur les côtés, des cellules lignifiées au milieu desquelles sont disséminés des vaisseaux de grand diamètre. La moelle est résorbée dans la partie centrale qui est occupée par une lacune.

Le stolon souterrain ayant atteint son complet développement, et dont l'extrémité a évolué en tige florifère, est d'un diamètre plus petit que la tige qui le continue. La structure est la même que celle de la région basilaire précédente.

Lorsque le stolon s'est développé dans l'eau, on observe quelques petites modifications : l'épiderme présente davantage de poils. Les méats qui existent dans la région corticale sont plus grands et forment des lacunes aérifères.

En résumé, l'évolution du stolon passe par deux stades :

1° un stade horizontal avec développement aquatique ou souterrain ;

2° un stade dressé.

La base aérienne de la tige, le stolon souterrain et le stolon aquatique ont une structure offrant sensiblement les mêmes caractères.

Lamium album.

BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE EXTERNE. — Au printemps on trouve une tige aérienne florifère avec des rameaux portant également des fleurs. Cet axe dressé dure tout l'été et s'allonge. Sa croissance est rapide, les entre-nœuds sont allongés et mesurent de 8 à 10 centimètres au début. Au bout de quelques jours cette tige se couche sur le sol, l'extrémité seule est redressée. La partie rampante est dépourvue de racines, et les bourgeons

axillaires qu'elle porte évoluent en rameaux florifères.

A la fin de l'été toute cette tige aérienne disparaît. La partie souterraine qui la précède s'étend sur une assez grande longueur, quelquefois 30 à 40 centimètres, elle porte des bourgeons qui donnent des stolons courts. Leur accroissement est lent, ils s'allongent obliquement de bas en haut sur une petite longueur, se redressent et sortent du sol (fig. 4, Pl. XII).

Ce sont les bourgeons souterrains les plus rapprochés de la tige aérienne qui évoluent les premiers et qui ont le développement souterrain le plus réduit. Les entre-nœuds qu'ils portent, au nombre de trois ou quatre, ont tous à peu près la même longueur de 1 centimètre et demi à 2 centimètres. Aussitôt que le bourgeon terminal est devenu aérien, la croissance devient beaucoup plus active, le rameau s'allonge et porte des fleurs.

Les bourgeons les plus éloignés de l'extrémité poussent les derniers, ils ont une évolution semblable aux précédents, mais arrivant plus tard dans le milieu aérien, pendant l'automne, ils se trouvent dans de plus mauvaises conditions et leur croissance est moins rapide. Leur diamètre est en général plus réduit que celui des premiers et leur étendue dans le sol est plus grande. Tous les axes aériens qui en résultent ne portent pas de fleurs, les plus tardifs sont stériles. J'ai observé quelques pieds qui, un peu abrités, possédaient des rameaux avec fleurs pendant tout l'hiver.

Ces stolons souterrains portent aux nœuds des écailles assez développées, les racines y apparaissent tardivement; au début elles sont au nombre de quatre, une sur le côté de chacune des feuilles écailleuses; en général, les deux situées sur la face supérieure du stolon ne se développent pas.

Lorsque l'extrémité de ces axes souterrains a donné la tige aérienne, on voit leurs bourgeons axillaires situés dans le sol entrer en voie de développement, et s'accroître rapidement en donnant des rameaux hypogés. Au début, ces rameaux s'allongent presque horizontalement, chez quelques-uns on peut cependant remarquer une légère inclinaison vers le haut, puis la direction change et le bourgeon terminal s'enfonce dans le sol en formant avec l'horizontale un angle d'environ 30°. Lorsque la croissance en longueur est terminée, l'extrémité se courbe

vers le haut et le bourgeon terminal arrive au niveau du sol. Durant tout l'hiver ces tiges resteront souterraines et au printemps suivant l'extrémité donnera l'axe florifère que nous avons trouvé au début (fig. 2, Pl. XII).

Ces stolons diffèrent un peu de ceux qui évoluent en été, ils sont en général plus allongés, les entre-nœuds sont plus longs. Les écailles qu'ils possèdent sont semblables à celles que nous avons déjà vues, les racines y apparaissent de la même façon, seulement elles n'ont pas le même développement à chacun des nœuds : elles sont beaucoup plus grosses et plus ramifiées dans la région la plus rapprochée de la courbure qui doit donner la tige aérienne. Sur la partie dressée, qui est la première ébauche de l'axe aérien, les feuilles écailleuses sont bien plus développées que sur la partie horizontale, les bourgeons axillaires sont allongés et dirigés de bas en haut pour donner des rameaux identiques à celui provenant du bourgeon terminal.

Le premier entre nœud de chaque stolon est toujours d'un diamètre plus petit que les autres.

D'après cela il semble que toutes les pousses d'une génération aient leur origine sur la partie souterraine de la génération précédente. Il n'en est rien, car tous les bourgeons d'un stolon ne se développent pas à la période végétative suivante, un grand nombre restent à l'état dormant pendant cette génération et n'évoluent que plus tard.

Les stolons souterrains ne persistent pas longtemps, leur durée est en général d'une année. J'ai cependant rencontré quelquefois des stolons âgés de deux ans, mais ils n'ont pas la même vigueur que ceux de l'année; les bourgeons axillaires qu'ils portent ne se développent pas en général et, si l'un d'eux commence à s'allonger, il donne une tige grêle qui disparaît après avoir atteint une longueur de 5 à 6 centimètres.

ANATOMIE. — Dans la tige complète il faut considérer chacune des parties : la région florifère, la base de la tige aérienne et les stolons.

1° La région florifère, soit qu'elle appartienne à une pousse de printemps ou à une pousse d'automne, a toujours les mêmes caractères. La coupe est quadrangulaire avec des bourrelets très volumineux aux angles, occupés par des massifs de collenchyme

situés immédiatement au-dessous de l'épiderme. Cet épiderme continu porte des poils nombreux, les uns allongés, les autres courts et renflés à l'extrémité. Au-dessous se trouve une assise sous-épidermique formée d'éléments ayant à peu près les mêmes dimensions que ceux de l'épiderme; en arrivant dans les angles les cellules perdent petit à petit leurs caractères et se confondent avec les cellules de collenchyme. L'écorce n'offre que quatre ou cinq assises de cellules. L'endoderme est nettement visible et le péricycle est dépourvu de fibres. De gros faisceaux libéro-ligneux sont placés aux angles et de petits au nombre d'un ou de deux sur les côtés de la coupe. L'assise génératrice n'est pas continue, elle n'apparaît que dans les faisceaux primaires; l'assise pérимédullaire est sclérifiée ainsi que le péricycle. La moelle est abondante et ne présente pas de lacune centrale.

2° La base aérienne de la tige florifère possède un épiderme avec quelques poils. L'écorce est formée de cinq assises de cellules et, dans les angles, de massifs collenchymateux très développés mais ne formant pas de bourrelets extérieurs. L'endoderme et le péricycle ont le même aspect que dans la coupe précédente. Les formations secondaires, assez abondantes dans les angles, ne sont que peu développées sur les côtés, où l'on ne compte que deux ou trois assises de cellules libériennes et autant de bois. Ce tissu ligneux est formé de cellules; on ne voit de grands vaisseaux qu'en face des faisceaux primaires. La région médullaire est très grande et le centre est occupé par une lacune.

3° La plante ayant annuellement deux générations successives il faut examiner :

a) Le stolon qui se développe à l'automne pour donner la tige florifère de printemps;

b) Les modifications qui se produisent dans sa structure pendant l'évolution de la tige aérienne d'été ou d'automne;

c) Le stolon qui débute au printemps et fournit la tige dressée florifère d'été et d'automne;

d) Les formations nouvelles qui peuvent apparaître dans ce rameau pendant l'évolution de la tige de printemps de l'année suivante.

Le stolon qui passe l'hiver dans le sol et dont l'extrémité se

développe au printemps en tige florifère montre un épiderme formé de cellules à membranes minces et dépourvu de poils. L'écorce possède huit assises de cellules et aux angles sont placés de petits massifs de collenchyme peu développés. Le liber forme un anneau continu de trois ou quatre assises de cellules sur les côtés mais plus épais dans les angles. Le bois est très développé, il est facile d'y distinguer deux zones : l'une, près de la moelle, est formée de vaisseaux de petit diamètre et correspond à l'allongement souterrain du stolon ; l'autre, plus rapprochée de l'assise génératrice, montre de gros vaisseaux qui sont apparus au moment où la tige aérienne a évolué et qui sont dus surtout au plus grand développement des racines dans cette région (fig. 4, Pl. XIV). J'ai observé en effet que chez des stolons de la même génération le tissu ligneux était beaucoup moins développé chez ceux qui ne présentaient qu'un petit nombre de racines. Au centre on trouve une lacune limitée par une moelle réduite.

Pendant que se développent les rameaux souterrains dont l'extrémité donnera la tige florifère d'automne, on n'observe qu'une formation peu importante de tissu conducteur, et les nouveaux vaisseaux qui apparaissent sont semblables à ceux qui se sont formés pendant la période végétative précédente, si bien qu'il n'est pas possible de faire la distinction entre ces deux formations consécutives.

Le stolon dont l'évolution débute au printemps pour se terminer à l'automne par la tige florifère montre un épiderme sans poils. L'écorce est épaisse et le collenchyme y est un peu plus abondant que dans l'axe souterrain de la génération précédente ; ce sont surtout les formations secondaires qui diffèrent. En effet, on ne trouve qu'une ou deux assises de liber et autant de bois, alors que le tissu ligneux est très développé dans le stolon d'hiver (fig. 3, Pl. XIV). Ceci tient probablement à ce que les racines y sont en petit nombre et n'ont pas une grande importance.

Pendant toute la période végétative suivante, qui ne se manifeste qu'après l'hiver, on n'observe aucune modification dans les tissus, il n'y a même pas de nouvelles formations secondaires.

Dans un stolon ayant vécu deux années, la partie correspondant à l'axe souterrain d'hiver présente deux anneaux de bois,

mais la partie qui s'est développée au printemps n'a subi aucun changement.

En résumé, le *Lamium album* présente deux générations annuelles de tiges dressées et de stolons. L'évolution du stolon qui débute au printemps passe par deux stades :

- a) un stade horizontal ;
- b) un stade dressé, qui donne l'axe aérien d'été.

L'évolution du stolon qui prend naissance à l'automne présente trois stades :

- a) un stade oblique de bas en haut ;
- b) un stade horizontal avec pénétration dans le sol ;
- c) un stade dressé donnant la tige aérienne de printemps.

La structure des divers stolons nous permet, par la différence de développement du tissu ligneux, de distinguer ceux qui ont donné les tiges aériennes de printemps de ceux qui ont fourni les tiges florifères d'été et d'automne.

Teucrium Chamædrys.

BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE EXTERNE. — Le *Teucrium Chamæ-*

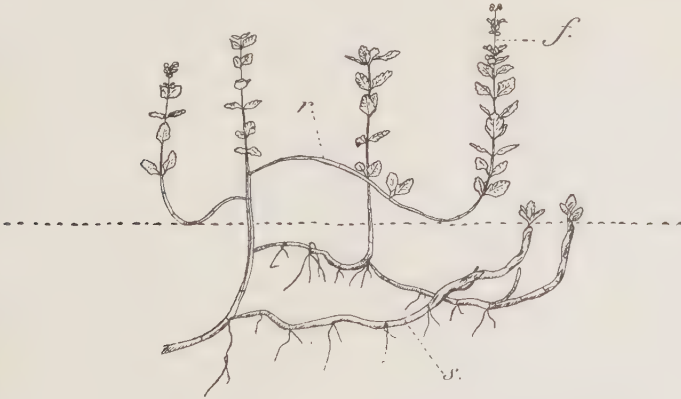


Fig. 12. — *Teucrium Chamædrys*. — Pied avec des rameaux rampants aériens *r* dont l'extrémité *f* est florifère, et des stolons souterrains *s*.

drys vit en général dans les bois et dans les haies, principalement dans les terrains rocailleux. Si nous examinons un pied au printemps, nous trouvons une tige aérienne grêle dont le bourgeon terminal est desséché. Cette tige se continue dans le

sol sur une assez grande longueur: les bourgeons de la partie aérienne se développent et donnent des rameaux d'abord dressés qui se couchent ensuite sur le sol et dont le bourgeon terminal se redresse l'été pour donner des fleurs (fig. 42). Sur toute leur longueur les parties rampantes sont ramifiées et les axes secondaires qui en naissent, rampants au début de leur évolution, redressent leur bourgeon terminal, qui est florifère si la ramification est près de l'origine et stérile dans le cas contraire. Ces tiges aériennes sont garnies de feuilles bien développées sur toute leur étendue, et l'on n'observe point de racines adventives; les entre-nœuds sont courts.

Les bourgeons de la partie souterraine se développent horizontalement sur une petite longueur, puis l'extrémité se redresse en rameau aérien souvent florifère, cependant quelquefois stérile. Des racines adventives se développent sur la partie souterraine seulement.

Pendant la floraison certains bourgeons axillaires du stolon souterrain, principalement sur la région d'un an ou sur celle de la période végétative précédente, évoluent dans le sol et donnent des axes souterrains allongés. Au début de leur développement ils sont doués d'un géotropisme positif, s'enfoncent dans le sol à une assez grande profondeur, puis prennent ensuite une direction horizontale. Vers la fin du mois d'août, l'allongement des stolons est terminé, leur extrémité se redresse brusquement, le bourgeon terminal sort du sol, s'allonge de quelques centimètres et porte des feuilles bien développées. Ces tiges souterraines sont peu ramifiées, chaque ramification se comporte comme l'axe principal. Dans un assez grand nombre de cas le redressement du bourgeon terminal ne s'effectue pas à l'automne, la différenciation en tige dressée n'apparaît qu'au printemps suivant.

La partie du stolon située près de son origine est de diamètre plus petit que le reste; les entre-nœuds sont tous à peu près de la même longueur, de 1 à 2 centimètres, sauf au niveau du sol où les nœuds sont très rapprochés. Les feuilles écailleuses portées par la partie souterraine se dessèchent rapidement et tombent. Les racines adventives se développent sur les entre-nœuds suivant quatre rangées longitudinales correspondant aux géné-

ratrices d'insertion des feuilles (fig. 13); elles sont bien développées sur toute la longueur du stolon.

Pendant l'hiver l'extrémité végétative aérienne du stolon se flétrit et reste à cet état jusqu'au printemps suivant. Assez fréquemment le bourgeon terminal meurt seul et, à la période végétative suivante, les bourgeons axillaires de la base de la tige aérienne qui a persisté se développent et donnent des axes florifères.

Le mode de végétation du *Teucrium Chamædrys* varie beaucoup avec les divers milieux dans lesquels végète la plante. Si elle croît dans un milieu rocailleux aéré, les stolons s'allongent considérablement, peuvent atteindre 0^m,60 à 0^m,80; mais, si le sol est tassé, les stolons sont plus courts, plus gros et plus ramifiés. Il arrive assez souvent que le sol est recouvert de mousse; dans ce cas les stolons



Fig. 13. — *Teucrium Chamædrys*. —
Fragment de stolon montrant l'origine
des racines.

s'étendent au-dessous, prennent une teinte pourpre et s'allongent beaucoup. Quelquefois le bourgeon terminal du stolon qui se développe à la fin de l'été ne se redresse pas; protégé par la mousse ou les feuilles, il persiste tout l'hiver, et, au début du printemps suivant, il s'allonge de nouveau en stolon dont l'extrémité se redressera pour donner une tige florifère.

Chez quelques exemplaires, la partie végétative aérienne est détruite complètement pendant l'hiver jusqu'au niveau du sol, les derniers nœuds souterrains, très rapprochés les uns des autres, donnent tous naissance à des tiges aériennes printanières; et se renflent en formant une sorte de chicot duquel partent une racine volumineuse ainsi que des stolons. Chaque année des rameaux aériens se développent sur cette partie qui atteint quelquefois la grosseur d'une noisette, et l'ensemble forme une sorte de rosette.

Par la destruction de la partie amincie le stolon peut se séparer, l'année même de sa formation, de l'axe sur lequel il s'est développé, mais ce cas est assez rare; le plus souvent les axes souterrains sont tous rattachés les uns aux autres.

Les stolons ne meurent pas de suite, ils peuvent vivre pendant

plusieurs années et, même lorsqu'ils sont vieux, donner naissance à de nouvelles pousses souterraines. Ces ramifications sont moins vigoureuses toutefois que celles qui se développent sur une région jeune ; elles peuvent évoluer de la même façon mais, le plus souvent, elles meurent lorsqu'elles ont atteint une longueur de 3 à 6 centimètres.

ANATOMIE. — Dans une plante complète nous avons à examiner les structures de la région florifère, de la base de la tige aérienne, des divers stolons et des chicots.

Dans la région florifère nous trouvons un épiderme formé de cellules à membrane externe fortement cutinisée. De distance en distance une cellule s'allonge en poil tecteur. L'écorce comprend sept ou huit assises, mais les cellules des trois assises extérieures montrent des épaississements sur toute la membrane, bien qu'elles laissent entre elles de tout petits méats, sauf dans les angles où les cellules sont pressées les unes contre les autres. Les cinq assises de cellules qui suivent ont une membrane légèrement épaissie et laissent entre elles des méats plus grands. L'endoderme a des cellules allongées tangentiellement. Le péricycle présente sur toute son étendue des îlots de fibres scléreuses. L'assise génératrice n'a fonctionné que dans les angles occupés par les faisceaux primaires ; l'assise perimédullaire est lignifiée ainsi que le péricycle en contact avec l'endoderme ; la moelle possède de grandes cellules.

La base aérienne de la même tige florifère montre un épiderme à cellules ne présentant que quelques poils. L'écorce est formée de neuf assises de cellules laissant entre elles des méats ; les angles de la coupe sont occupés par des massifs collenchymateux bien développés. L'endoderme possède de grandes cellules et on trouve des îlots fibreux sur toute la longueur du péricycle. Le liber secondaire, continu, a sept ou huit assises de cellules toutes semblables ; l'assise génératrice a donné du bois secondaire dans lequel il est possible de distinguer deux zones : l'une interne, peu épaisse, est formée de cellules ligneuses sans vaisseaux de grand diamètre, et l'autre externe, où les gros vaisseaux sont nombreux. La première zone correspond au redressement du bourgeon terminal à l'automne, et la deuxième zone, à la période de végétation plus active du printemps.

et de l'été suivant. Le centre est occupé par la moelle.

Les stolons que nous avons à examiner sont les suivants :

1^o Le stolon prenant naissance au printemps et se redressant en tige dressée florifère à l'automne ;

2^o Le stolon prenant naissance à l'automne et se redressant en tige dressée stérile la même année ;

3^o Le stolon se développant à l'automne mais ne sortant pas du sol la même année ;

4^o Le même stolon, mais plus âgé, dont l'extrémité a évolué au printemps suivant en tige florifère ;

5^o Un stolon très âgé.

Premier cas. L'épiderme a disparu sur une assez grande étendue ; aux endroits où il existe il est dépourvu de poils ; et ailleurs il est remplacé par quelques cellules subérifiées. L'écorce présente huit ou neuf assises de cellules dont les membranes n'offrent aucun épaissement, on n'observe entre elles que de rares méats. Le collenchyme n'existe pas dans les angles. L'endoderme est bien visible et dans le péricycle on trouve de distance en distance quelques îlots de fibres scléreuses. L'anneau libérien continu est formé par trois ou quatre assises de cellules. Le bois secondaire est bien développé : près de l'assise génératrice on trouve en abondance des vaisseaux de grand diamètre et près du centre un anneau de petits vaisseaux. La zone interne correspond au développement souterrain du stolon, les grands vaisseaux, au redressement et à l'évolution de la tige dressée. Au centre se trouve la moelle formée de grandes cellules.

Deuxième cas. L'épiderme présente sur tout le pourtour de la coupe des poils assez nombreux, les uns tecteurs, les autres glanduleux. L'écorce, bien développée, possède une dizaine d'assises de cellules avec méats, pas de collenchyme dans les angles. L'endoderme est formé de petites cellules ; on trouve dans le péricycle des fibres scléreuses soit isolées, soit groupées par deux ou trois. Le liber secondaire a cinq ou six assises de cellules ; le bois se compose de deux anneaux distincts : l'un externe où abondent les gros vaisseaux, et l'autre, plus rapproché du centre, formé presque uniquement de cellules ligneuses. Comme dans la coupe précédente chacun de ces

anneaux correspond à une période végétative distincte. La moelle occupe le centre.

Troisième cas. Cette coupe ne diffère de la précédente que par un développement moins grand du tissu conducteur. En effet, le liber n'est formé que de deux ou trois assises de cellules; l'assise génératrice est continue et le bois secondaire possède six assises de cellules avec quelques petits vaisseaux dans les angles. La moelle a de grandes cellules.

Quatrième cas. Lorsque le stolon a passé tout l'hiver dans le sol, l'extrémité se redresse au printemps et donne une tige florifère. Une coupe transversale dans la région souterraine nous montre un épiderme discontinu cutinisé avec des îlots subéreux. L'écorce à huit assises est dépourvue de collenchyme dans les angles. L'endoderme et le péricycle ont le même aspect que dans les coupes précédentes. Le liber est formé de sept assises de cellules et le bois secondaire est très développé, il présente deux zones comme dans un stolon d'automne dont l'extrémité s'est redressée la même année, mais l'anneau ligneux à gros vaisseaux a un développement beaucoup plus grand. La moelle est toujours présente.

Cinquième cas. Un stolon ayant vécu pendant plusieurs années est caractérisé par l'absence d'épiderme, la présence d'une couche subéreuse, une écorce formée de cellules irrégulières, pressées les unes contre les autres et aplaties, un endoderme et un péricycle peu visibles. Le liber secondaire n'est guère développé, on n'y trouve que sept ou huit assises de cellules toutes à peu près semblables. Le bois secondaire présente plusieurs anneaux concentriques; la zone la plus rapprochée du centre est formée de cellules ligneuses et l'anneau qui l'entoure montre des vaisseaux de grand diamètre. Ces anneaux alternent ainsi d'une façon régulière et chacun d'eux correspond à une période végétative. Lorsque le stolon a plus de cinq ans, il est à peu près impossible de pouvoir distinguer nettement les zones nouvellement formées.

Les chicots qui apparaissent dans quelques cas ont une structure particulière. La coupe transversale a une forme très irrégulière; l'écorce qui la limite extérieurement est généralement peu épaisse et le cylindre central est composé: 1° d'une partie

correspondant à l'axe primitif dans laquelle on voit assez nettement le liber et les anneaux du bois ; 2^o d'autres parties qui sont venues se souder à la tige principale et qui apparaissent coupées en biais. D'autre part la formation des radicelles dans cette région empêche de pouvoir compter exactement le nombre de rameaux ayant pris part à la formation du chicot.

Cette étude du *Teucrium Chamædrys* peut se résumer ainsi : Dans l'évolution de la plante on trouve deux périodes végétatives correspondant chacune à la formation de stolons :

1^o Au printemps, se développent les bourgeons de la région souterraine. Ce développement comprend deux stades :

- a) un stade horizontal de peu de durée ;
- b) un stade dressé, soit florifère, soit stérile.

2^o A l'automne, apparition de nouveaux stolons avec trois stades :

- a) un stade oblique de haut en bas, avec pénétration dans le sol ;
- b) un stade horizontal ;
- c) un stade dressé, amenant le bourgeon terminal au niveau du sol, quelquefois le faisant sortir de terre.

De l'étude de la structure des diverses parties de la plante nous pouvons conclure : la région florifère est caractérisée par l'absence de formations secondaires ailleurs que dans les angles, la présence d'une zone collenchymateuse continue au-dessous de l'épiderme et formant des massifs angulaires. La tige aérienne dressée montre des amas de collenchyme dans les angles et un bois secondaire où abondent les gros vaisseaux. Les stolons souterrains, qu'ils prennent naissance au printemps ou à l'automne, ne possèdent pas de collenchyme ; le bois secondaire qui correspond à leur évolution dans le sol est uniquement formé de cellules ligneuses, tandis que les gros vaisseaux n'apparaissent que lorsque le bourgeon se développe à l'air. Chaque période végétative est indiquée par des anneaux ligneux alternant régulièrement. — Le chicot est dû à la réunion de la base de plusieurs tiges aériennes sur lesquelles se développent des racines. Il ne renferme aucune substance de réserve.

Teucrium Scorodonia.

BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE EXTERNE. — Les tiges aériennes de la plante sont dressées au printemps et portent à leur extrémité un épi florifère. La tige souterraine, suivant les terrains dans lesquels elle végète et suivant son âge, est de longueur variable, j'en ai trouvé ayant jusqu'à 2 mètres de longueur. Près de la région aérienne et sur toute la longueur du stolon le diamètre est sensiblement le même, mais dans les parties plus âgées le diamètre va en augmentant, jusqu'à atteindre quelquefois la grosseur du doigt. La région la plus jeune montre des nœuds très visibles avec des feuilles écailleuses et des racines; sur les parties âgées les écailles ont disparu, il n'y a plus aucune trace

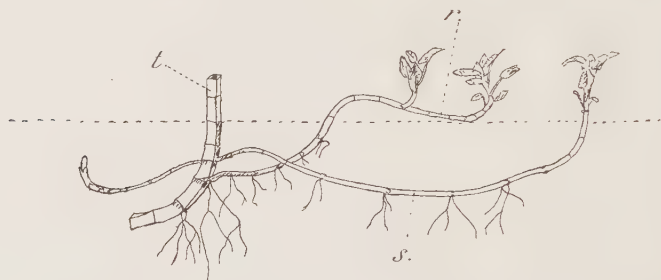


Fig. 14. — *Teucrium Scorodonia*. — Région basilaire de la tige principale *t* avec des stolons à extrémité rampante *r* et des stolons souterrains *s*.

indiquant les nœuds, et les racines, abondantes dans certains cas, dans d'autres relativement rares, sont placées très irrégulièrement.

J'ai suivi le développement des bourgeons de la partie souterraine dont l'évolution varie avec l'époque à laquelle ils s'accroissent et la place qu'ils occupent.

Lorsque, vers le mois de mai ou de juin, la tige aérienne commence à s'allonger, on observe, sur l'axe souterrain, que les bourgeons les plus rapprochés de la partie aérienne entrent en voie de développement, ils évoluent lentement, se dirigent de bas en haut et, comme ils sont très rapprochés de la surface du sol, on voit, au mois d'août, l'extrémité du rameau qu'ils ont formé arriver souvent hors de la terre. Dans ce nouveau milieu

la rapidité de croissance s'accélère et au bout de quelques jours on a une tige aérienne, incapable de se dresser complètement et qui devient rampante sur le sol (fig. 14), l'extrémité seule est dressée et ne porte jamais de fleurs. Sur toute la partie rampante il n'y a pas de racines adventives; les feuilles sont un peu moins développées que sur la tige principale, mais les bourgeons axillaires y sont tous en voie de développement et donnent des rameaux grêles à géotropisme négatif.

A mesure qu'on s'éloigne de la tige dressée, les bourgeons axillaires du stolon souterrain se développent de plus en plus tardivement, quelques-uns même restent à l'état dormant. Ceux dont l'évolution ne débute qu'à la fin de l'été s'accroissent d'abord obliquement de bas en haut sur une longueur de quelques centimètres, puis changent de direction et s'allongent à peu près horizontalement en s'inclinant légèrement vers le bas. A partir du moment où le géotropisme négatif n'existe plus, la croissance en longueur augmente de rapidité et pendant l'automne le nouvel axe peut atteindre jusqu'à 0^m,50 de longueur.

A la fin de l'automne, quand l'allongement est presque terminé, l'extrémité du stolon subit une nouvelle orientation, elle se redresse plus ou moins rapidement de façon à se rapprocher de la surface du sol. La partie souterraine va rester à cet état pendant tout l'hiver, puis, au printemps suivant, le bourgeon terminal se développera et donnera la tige dressée. Chez quelques stolons le bourgeon terminal devient aérien et montre des feuilles vertes qui le protègent et lui permettent de subir les rigueurs de l'hiver sans être endommagé.

L'axe florifère de l'année précédente est généralement détruit jusqu'au niveau du sol pendant la saison froide; cependant j'ai constaté que, fréquemment, la base de cette tige persiste, les bourgeons axillaires situés dans cette région commencent à se développer pendant l'automne et, au printemps suivant, évoluent comme les extrémités des axes souterrains en donnant des tiges florifères. Ce phénomène s'observe surtout sur les pieds ne possédant que peu de formations souterraines ou n'en possédant pas du tout.

Au début de son développement le stolon montre des entre-nœuds courts, un diamètre réduit, puis, lorsqu'il est hori-

zontal, ses dimensions augmentent, les nœuds sont plus espacés, et enfin, près de la surface du sol, on note une nouvelle augmentation de diamètre.

Les feuilles écailleuses portées par les nœuds sont peu développées. Les racines apparaissent par paire sur le stolon jeune : deux paires à chaque nœud, une sur chacune des faces dépourvues de feuilles ; puis, un peu plus tard, de nouvelles racines se montrent à peu près au milieu de chaque entre-nœud, une racine sur deux des faces opposées ; enfin, dans un stolon d'un an, on trouve quelquefois une grande quantité de racines, mais celles que je viens d'indiquer conservent presque toujours une prédominance marquée sur les autres.

Le stolon dont l'extrémité s'est redressée pour donner une tige florifère ne meurt pas en même temps que disparaît la partie aérienne, il continue à vivre pendant plusieurs années. Lorsque la partie la plus jeune de ce stolon est détruite pour une cause quelconque ou se trouve dans l'impossibilité de permettre le développement de ses bourgeons axillaires, on voit croître les bourgeons des parties plus âgées. Ces bourgeons évoluent en stolons comme s'ils prenaient naissance sur la tige souterraine de l'année, mais les stolons ont moins de vigueur et donnent assez souvent des rameaux aériens stériles.

ANATOMIE. — La région florifère possède un épiderme porteur de poils nombreux parmi lesquels les uns sont allongés et les autres terminés par une masse arrondie glandulaire. L'écorce est formée de quatre assises de cellules et montre sur les côtés des massifs collenchymateux très développés mais ne formant pas de bourrelets saillants à l'extérieur. L'endoderme a de grosses cellules et le péricycle est sclérifié sur presque toute sa longueur. Les formations secondaires ne sont apparues que dans les angles ; l'assise pérимédullaire est lignifiée et les cellules étroitement appliquées contre les fibres scléreuses du péricycle, si bien que l'assise génératrice n'a pu s'étendre d'un faisceau à l'autre. Le centre est occupé par la moelle.

La base aérienne de l'axe dressé florifère porte un épiderme avec quelques rares poils ; l'écorce a sept assises de cellules irrégulières, laissant entre elles quelques petits méats, et le collenchyme placé dans les angles est peu développé. L'endoderme

est formé de cellules ayant à peu près les dimensions des cellules corticales et l'anneau péricyclique est presque totalement formé de fibres scléreuses. Le liber secondaire a sept assises de cellules et le bois d'une épaisseur beaucoup plus grande est formé de dix à quinze assises. Dans ce tissu ligneux les vaisseaux de grand diamètre sont localisés aux endroits où existaient les faisceaux primaires ; en face des rayons médullaires il ne s'est formé que des cellules ligneuses. La moelle est au centre.

Une coupe transversale dans la région moyenne d'un stolon dont l'extrémité a donné une tige dressée florifère nous offre les caractères suivants : l'épiderme est absent sur tout le pourtour de la coupe et avec lui est disparue une grande partie de l'écorce externe. Une assise subéro-phellodermique s'est formée dans l'écorce interne. Le tissu subéreux qu'elle a donné vers l'extérieur est distribué d'une façon très irrégulière : en certains points on en trouve deux assises, en d'autres cinq ou six ; à l'intérieur le phelloderme est distribué plus régulièrement. Il n'est plus possible de distinguer l'endoderme, mais le péricycle est visible et donne de distance en distance des îlots scléreux. L'assise génératrice libéro-ligneuse a donné une zone externe de liber avec prédominance marquée dans les angles. Vers l'intérieur le bois présente des vaisseaux de gros diamètre localisés dans les angles et, sur les côtés, en face des faisceaux libériens. Tout le reste est formé de cellules lignifiées imitant de larges rayons médullaires.

La partie souterraine d'un jeune stolon, à bourgeon terminal soit souterrain, soit aérien, offre à peu près la même structure, mais, dans le deuxième cas, le stolon ayant débuté plus tôt que dans le premier, les formations secondaires y sont un peu plus abondantes. — L'épiderme est à peu près dépourvu de poils ; l'écorce est formée de 8 assises de grosses cellules ; dans les angles on trouve des massifs collenchymateux en petite quantité. L'endoderme est formé de petites cellules ; le péricycle montre des îlots scléreux nombreux dans les angles et des fibres isolées sur les côtés de la coupe. L'assise génératrice continue a donné des tissus conducteurs plus abondants en face des faisceaux primaires. Ces faisceaux sont au nombre de six, un dans chacun des angles et un autre sur deux côtés opposés.

En examinant un stolon très âgé on a une coupe limitée extérieurement par une zone subéreuse ; cependant on trouve de distance en distance des restes de l'écorce primitive. Au-dessous du liège, le phelloderme est assez bien développé et montre par endroits cinq ou six assises. Le liber forme des îlots coniques séparés par des rayons médullaires, ayant chacun une ou deux rangées de cellules. A l'extrémité des massifs libériens placés dans les angles on voit des fibres scléreuses groupées, mais tout le liber est homogène. Le bois secondaire, très développé, permet de distinguer plusieurs zones correspondant aux formations de chacune des années. Le bois de chaque période végétative débute par de gros vaisseaux qui se sont formés au printemps et à l'été et se termine par des vaisseaux de diamètre un peu plus petit. Les formations de la première année sont beaucoup plus volumineuses que celles des années suivantes, et si le stolon a végété pendant plus de trois ans, la distinction entre les diverses zones n'est plus possible. Le centre de la coupe est toujours occupé par la moelle.

En résumé l'évolution complète d'un stolon comprend trois stades :

1^o un stade oblique de bas en haut ;

2^o un stade horizontal avec pénétration dans le sol ;

3^o un stade dressé correspondant à la différenciation de l'extrémité en tige aérienne florifère.

Lorsque le bourgeon initial d'un stolon est éloigné de l'axe aérien, le premier stade s'atténue et peut même disparaître complètement.

L'anatomie montre que, par la réduction du collenchyme dans l'écorce, l'abondance des fibres péricycliques et le développement des tissus conducteurs, le stolon et la base de la tige aérienne présentent de nombreuses ressemblances. La région florifère a une structure tout à fait différente.

CHAPITRE II

GERMINATION

I. — HISTORIQUE

La germination des Labiées n'a fait l'objet d'aucun travail d'ensemble. Le seul auteur qui ait suivi l'évolution de quelques plantules est Irmisch (1). Pour chaque espèce étudiée il a décrit la forme des cotylédons; d'autre part il a constaté que la plupart des stolons souterrains apparaissaient au nœud cotylédonaire mais que ces bourgeons pouvaient aussi évoluer en tiges rampantes aériennes (*Lamium album*).

Enfin Briquet (2), pour chacune des espèces qu'il signale dans le mémoire que nous avons mentionné plus haut, a indiqué sommairement le mode d'apparition des stolons.

II. — OBSERVATIONS

Lycopus europæus.

MORPHOLOGIE EXTERNE. — La graine de *Lycopus europæus* est petite et germe difficilement. J'ai fait de nombreux semis à des époques différentes et sur divers milieux; dans tous les cas les graines n'ont commencé à se développer qu'au début du printemps, au mois de mars. La germination est épigée. Les cotylédons, accolés l'un à l'autre pendant quelques jours, se séparent; chacun d'eux est supporté par un pétiole court et présente un limbe cordiforme avec une ou deux petites pointes à l'extrémité.

La gemmule se développe très lentement, elle donne au mois de juin une tige aérienne mesurant de 2 à 5 centimètres de hauteur (fig. 15); les cotylédons existent encore, ils ont pris

(1) Irmisch, *Beiträge*.... *loc. cit.*.

(2) Briquet, *loc. cit.*

une teinte verte. Les nœuds sont très rapprochés les uns des autres et les feuilles qu'ils portent ne sont que peu développées, celles qui sont dans la région la plus voisine des cotylédons possèdent un limbe peu denté, puis la forme de la feuille se modifie peu à peu à mesure que l'on s'approche de l'extrémité de la tige, pour prendre l'aspect que l'on observe dans la plante adulte.



Fig. 15. — *Lycopus europæus*. — La plantule au mois de juin.

A la fin du mois de juillet la tige a atteint son complet développement, et mesure de 12 à 15 centimètres de hauteur, elle est complètement dépourvue de fleurs. A ce moment, on voit cette tige se courber et l'extrémité libre se rapprocher du sol, jusqu'à devenir rampante, mais le bourgeon terminal est toujours dressé.

Pendant l'évolution de la tige aérienne la racine principale a disparu et des racines adventives se sont développées sur l'axe hypocotylé, la base de la tige s'est enfoncée dans le sol et les cotylédons sont tombés (fig. 2, Pl. XI).

Lorsque arrive le mois d'août on voit apparaître les stolons; ils sont fournis par les bourgeons souterrains de la base de la tige. Le nœud qui portait les cotylédons est le premier dont les bourgeons commencent à se développer; ils s'accroissent lentement, donnent un axe très grêle de 1 à 3 centimètres de longueur avec trois ou quatre entre-nœuds, puis, brusquement, le stolon se renfle, le bourgeon terminal se redresse et arrive au niveau du sol (fig. 16).



Fig. 16. — *Lycopus europæus*. — Un pied à la fin de la première année. La tige principale *t* est couchée sur le sol et les stolons souterrains *s* sont développés.

La partie amincie de ce stolon porte, aux nœuds, des racines

très petites, la partie renflée n'en montre pas pendant un certain temps. Les écailles de la partie initiale sont très réduites et ne persistent pas. A partir du point où le renflement apparaît, l'aspect change complètement, on ne trouve plus d'écailles mais des feuilles allongées et très découpées, se recouvrant les unes les autres, car les nœuds sont très rapprochés.

Si plusieurs nœuds de la base de la tige sont souterrains, les bourgeons qu'ils portent peuvent évoluer comme ceux que nous venons de voir, mais en montrant au début de leur développement une direction oblique de bas en haut.

Chez quelques exemplaires, rares cependant, le nœud cotylédonaire est resté aérien, les bourgeons se sont développés en axes rampants dont l'extrémité est quelquefois souterraine ; dans ce cas le stolon résiste à la mauvaise saison ; mais lorsque la nouvelle pousse est complètement aérienne, elle disparaît.

Pendant tout l'hiver ce bourgeon terminal reste souterrain, et durant son séjour dans le sol on voit se développer des racines volumineuses, mais peu longues ; ce n'est qu'au printemps suivant, alors que se développera le bourgeon terminal en tige aérienne florifère, que les racines s'accroîtront et se multiplieront.

L'axe aérien stérile de la première année se flétrit complètement, ainsi que la partie mince du stolon.

ANATOMIE. — La région terminale de la tige aérienne offre la structure suivante : un épiderme avec poils tecteurs et glandulaires au-dessous duquel les cellules corticales sur huit assises laissent entre elles des méats nombreux, à peu près de la taille des cellules. Dans les angles, des massifs collenchymateux sont bien développés. L'endoderme est formé de cellules arrondies et le péricycle, avec des éléments beaucoup plus petits, montre, en face des faisceaux primaires, des îlots de fibres scléreuses. Les formations secondaires ne sont que peu développées, on ne les observe qu'entre le bois et le liber des faisceaux primaires et sur deux des côtés de la coupe, sur les deux autres l'assise génératrice n'est pas continue ; la zone pérимédullaire est lignifiée, ainsi que le péricycle, et a empêché l'extension de cette assise génératrice. Le centre de la coupe est occupé par une lacune.

La base de la tige, dans la région la plus rapprochée de l'axe

hypocotylé est formée d'un épiderme avec quelques poils ; l'écorce a une épaisseur beaucoup plus grande que dans la coupe précédente, elle a douze ou treize assises de cellules laissant entre elles de grands méats, et le collenchyme fait défaut dans les angles. L'endoderme montre des cellules allongées tangentiellement et le péricycle possède quelques fibres scléreuses en face des faisceaux primaires. L'assise génératrice est continue ; à l'extérieur elle a donné, sur deux des côtés de la coupe, une ou deux assises de liber alors que sur les deux autres il y en a cinq ou six. Le bois secondaire est aussi plus abondant sur ces deux derniers côtés, bien que l'on n'y trouve que des cellules ligneuses, les vaisseaux de grand diamètre restant localisés dans les angles. La moelle centrale est résorbée et remplacée par une lacune.

La partie amincie du stolon est limitée par un épiderme porteur de quelques poils tecteurs ; l'écorce, très développée, a douze assises de cellules avec grands méats, et le collenchyme angulaire n'existe pas. L'endoderme est formé de cellules allongées tangentiellement et le péricycle a des îlots scléreux. L'assise génératrice est continue, mais les formations secondaires sont très réduites : une ou deux assises de bois et de liber. La partie centrale est totalement occupée par la moelle.

La partie renflée du stolon possède un épiderme caractérisé par des poils plus abondants que dans la région amincie ; l'écorce y est un peu plus épaisse, les méats occupent de grands espaces et les formations secondaires ne sont pas encore apparues sur les côtés. La moelle est dépourvue de lacune.

Cette étude peut se résumer ainsi :

Le stolon qui prend naissance au nœud cotylédonaire passe par deux stades :

1° un stade horizontal ;

2° un stade dressé ;

tandis que celui qui naît sur l'axe épicotylé débute par un stade oblique de bas en haut qui n'existe pas dans le premier cas.

L'anatomie nous montre que la base de la tige aérienne la plus rapprochée des cotylédons offre la même structure que la partie amincie du stolon.

Stachys silvatica.

MORPHOLOGIE EXTERNE. — Les graines germent facilement, même en hiver, lorsqu'elles sont placées dans un milieu convenable. La germination demande de dix à quinze jours. Les cotylédons sortent de terre, ils sont arrondis avec une échancrure sur le bord antérieur, dépourvus de poils; ils prennent rapidement une coloration verte.

Il faut considérer deux cas, car le mode d'évolution de la plantule diffère un peu suivant que la germination s'effectue à la fin de l'été ou en hiver.

Si les graines se développent pendant l'hiver ou même au début du printemps, l'évolution du bourgeon terminal est très lente. A la fin du mois d'août la plantule atteint une hauteur de 10 à 12 centimètres au maximum, elle a des feuilles nombreuses portées par des nœuds très rapprochés. Pendant cette évolution on remarque que la racine principale primitive



Fig. 17. — *Stachys silvatica*. — A la fin de la première année, la tige aérienne *t* devient rampante et les stolons souterrains *s* sont développés.

disparaît rapidement pour être remplacée par des racines adventives et que les bourgeons placés à l'aisselle des cotylédons grossissent et s'allongent de 1 centimètre environ (fig. 3, Pl. XII). A la fin du mois d'août, et même au début de septembre, le bourgeon terminal commence à s'accroître beaucoup plus vite et, en même temps, on observe une courbure très nette à l'endroit où la croissance se manifeste. Cette partie de tige évolue rapidement et devient rampante (fig. 17).

A ce moment les bourgeons cotylédonaires et, plus tard, ceux de la tige dressée qui surmonte les cotylédons se dévelop-

pent aussi et donnent des stolons aériens semblables aux stolons analogues d'origine souterraine que l'on trouve à la base de la tige aérienne d'un pied adulte.

Si la germination a lieu à la fin de l'été, la partie végétative dressée de la plantule se développe très peu, présente deux ou trois nœuds et, aussitôt après, le bourgeon terminal évolue rapidement en stolon aérien.

Chacun des stolons s'allonge, l'extrémité reste aérienne et, le bourgeon terminal se redressant à l'approche de l'hiver, les feuilles se développent pour protéger le point végétatif. C'est ce bourgeon dressé qui se développera au printemps suivant pour donner une tige florifère.

Le plus souvent, avant que les bourgeons du nœud cotylédonaire se développent, la base de la tige s'est enfoncée dans le sol, et les stolons ont une origine souterraine.

ANATOMIE. — Au point de vue anatomique, si nous considérons la base de la tige dressée, nous trouvons un épiderme avec des poils, une écorce formée de six assises, les angles sont occupés par de petites masses de collenchyme, le péricycle possède quelques rares fibres scléreuses en face des faisceaux primaires, le bois et le liber sont bien développés; au centre la moelle est formée de grandes cellules.

La structure de la partie rampante de l'axe principal diffère de la précédente par une quantité un peu plus grande de collenchyme dans les angles et un péricycle montrant des fibres bien développées en face des faisceaux primaires.

En comparant ces structures à celles que nous avons trouvées dans la plante adulte, nous voyons que la base de la tige de la plantule a une structure semblable à celle de la base de la tige végétative aérienne; la partie rampante de la tige venant de la germination, par son collenchyme un peu plus développé que précédemment, est identique à la partie aérienne d'un stolon d'origine aérienne.

En résumé : si nous comparons l'évolution de la plantule à celle des diverses parties de la plante adulte, nous voyons que le développement des bourgeons de la base de la tige végétative de cette dernière correspond à celui de la plantule; ce rap-

prochement est confirmé par une structure semblable de ces deux parties.

Stachys palustris.

MORPHOLOGIE EXTERNE. — Pour germer, la graine de *Stachys palustris* demande beaucoup d'humidité, mais, placée dans un milieu convenable, elle se développe en toutes saisons. Les plantules qui évoluent à l'automne se flétrissent pendant l'hiver; seules celles qui apparaissent au printemps continuent à croître.

La germination est épigée, les cotylédons sortent de terre et sont bien développés, ils ont un pétiole court, un limbe lancéolé terminé par une petite pointe et verdissent rapidement. La gemmule s'accroît assez vite et donne dans quelques cas des tiges aériennes ayant 40 à 50 centimètres de hauteur, dans d'autres, des axes de dimensions plus réduites mais toujours dépourvus de fleurs.

A la base de la tige aérienne, les cotylédons tombent lorsque l'axe épicotylé se développe; les bourgeons placés à leur aisselle commencent à pousser en général au mois de juin, ils s'allongent horizontalement sur le sol sur une petite distance et pénètrent bientôt à l'intérieur. Sur toute cette partie rampante le diamètre est petit. Cet allongement des stolons est favorisé par la présence de l'eau. Aussitôt que l'extrémité est souterraine, le bourgeon terminal se renfle, et présente une croissance moins rapide et des entre-nœuds plus courts. L'extrémité se redresse au mois d'août, au moment où cesse la croissance en longueur.

Il arrive parfois que l'extrémité de ces stolons ne parvient pas à pénétrer dans le sol, mais les bourgeons axillaires se développent et les rameaux qui en naissent sont doués d'un géotropisme positif plus marqué que celui de l'axe principal, ils se dirigent immédiatement vers le sol et la plupart d'entre eux s'enfoncent dans la terre.

Les bourgeons cotylédonaires ne sont pas les seuls à se développer: ceux qui sont au-dessus peuvent aussi donner des stolons rampants et se comporter comme les premiers, mais ils peuvent aussi fournir des tiges aériennes, ce qui n'arrive jamais pour

les premiers. D'ailleurs les bourgeons de l'axe épicotylé ont une direction ascendante au début de leur évolution.

Chacun des axes rampants est, au début, d'un petit diamètre, les nœuds sont rapprochés et s'espacent à mesure que l'on s'éloigne de la tige principale. Aux nœuds aériens, on trouve des feuilles écailleuses dentelées sur les bords, mais, dans le sol, ces écailles sont plus réduites et généralement triangulaires.

Les racines font défaut sur la région aérienne, mais, sur la partie aquatique ou souterraine, elles apparaissent au nombre de quatre à chaque nœud; la partie renflée en est dépourvue.

Pendant l'hiver, la tige aérienne disparaît complètement ainsi que la partie amincie du stolon; sur la partie renflée se développent des racines qui puiseront dans le sol la nourriture nécessaire à la croissance du bourgeon terminal.

ANATOMIE. — Dans la tige dressée principale deux régions sont à examiner : 1° la partie terminale; 2° la région la plus rapprochée des cotylédons.

Une coupe à l'extrémité de la tige présente un épiderme avec poils, une écorce comprenant quatre ou cinq assises de cellules arrondies, serrées les unes aux autres dans la région la plus rapprochée de l'épiderme, puis espacées dans le tissu sous-jacent. Dans les angles, ces cellules sont rapprochées, leur membrane est épaissie et l'ensemble forme des massifs de collenchyme qui refoulent l'épiderme vers l'extérieur. L'endoderme est formé de cellules aplaties tangentiellement et le péri-cycle possède des îlots scléreux en face des faisceaux primaires. Les formations secondaires sont bien développées dans les angles, l'assise génératrice s'étend latéralement, mais les deux bords ne parviennent pas à se rejoindre d'un faisceau à l'autre. L'assise pérимédullaire et le péri-cycle sont lignifiés sur toute leur étendue et au centre on trouve une grande lacune.

La base de la tige aérienne a un épiderme sans poils. L'écorce présente une zone externe de trois assises de cellules ne laissant entre elles que de très petits méats et une zone interne plus épaisse que la précédente, formée de cellules arrondies et contenant des canaux aérifères très développés. Le collenchyme n'existe pas dans les angles. Les cellules endodermiques sont allongées tangentiellement et sont plus grandes que celles du

tissu cortical voisin. Le péricycle possède des fibres scléreuses groupées en face des faisceaux primaires. L'assise génératrice est continue et a donné un tissu conducteur très abondant dans les angles mais n'ayant qu'un petit développement sur les côtés. Une grande lacune occupe le milieu de la coupe.

Dans le stolon il faut considérer la région aérienne près de l'origine et le renflement terminal souterrain.

Dans la partie initiale du stolon on trouve un épiderme sans poils. L'écorce montre, comme dans la coupe précédente, deux zones très nettement différenciées, l'une externe à petits méats, l'autre interne à grandes lacunes. L'endoderme possède des cellules aplaties et les fibres péricycliques sont placées en dehors du liber primaire. Les formations secondaires n'occupent chacune que deux ou trois assises de chaque côté du cambium, mais sont beaucoup plus développées dans les angles. La lacune centrale occupe la plus grande partie de la coupe.

Enfin, la zone différenciée à l'extrémité du stolon est caractérisée par un épiderme sans poils, une écorce avec huit ou dix assises de cellules petites ne laissant entre elles que des méats de peu d'importance et n'ayant pas d'éléments collenchymateux dans les angles. Les cellules endodermiques ont la même forme que dans les coupes précédentes et le péricycle est dépourvu de fibres scléreuses. Les faisceaux libéro-ligneux primaires sont placés aux angles ; entre le bois et le liber est apparue l'assise génératrice qui s'étend latéralement mais qui n'a point donné de tissus secondaires sur les côtés, car cette région est très jeune. La moelle, qui a un grand développement, occupe toute la région centrale.

En résumé, les stolons qui proviennent des bourgeons cotylédonairens passent par deux stades :

- 1° un stade horizontal aérien avec pénétration dans le sol ;
- 2° un stade dressé avec différenciation du bourgeon terminal.

Ceux qui naissent des bourgeons situés au-dessus des cotylédons possèdent un stade oblique au début de leur évolution.

La structure du stolon est la même que celle de la base de la tige aérienne.

Scutellaria galericulata.

MORPHOLOGIE EXTERNE. — Les graines se développent difficilement ; elles ont besoin d'un milieu nettement humide. La germination ne s'effectue qu'au printemps. Les feuilles cotylédonaire sont petites, un peu allongées et pointues à l'extrémité ; elles verdissent rapidement et ne tardent pas à disparaître. Le bourgeon terminal s'accroît assez vite pour donner une tige aérienne peu ou pas ramifiée, le plus souvent stérile, mais qui peut quelquefois porter des fleurs. A mesure que cet axe se développe, la base de la tige s'enfonce dans le sol, et au mois de juillet, lorsque la croissance aérienne est à peu près terminée, les bourgeons des nœuds souterrains commencent à pousser. Les bourgeons placés à l'aisselle des cotylédons donnent les premiers des rameaux souterrains : chacun d'eux débute par une région très grêle, s'allonge d'abord horizontalement, puis s'enfonce dans le sol en même temps que son diamètre augmente ; le bourgeon terminal de ces stolons est dissocié et, au mois de septembre, leur extrémité se redresse en présentant à la courbure un petit renflement. Ces tiges souterraines sont généralement ramifiées.

De chacun des autres nœuds souterrains de l'axe primitif se détachent un ou deux rameaux évoluant de la même façon que celui que nous venons d'étudier.

Les nœuds aériens les plus rapprochés du sol ne donnent pas de stolon, sauf dans le cas où la base de la tige n'est pas souterraine, mais les axes rampants qui se développent alors n'ont qu'une courte durée, car ils n'arrivent que rarement à pénétrer dans le sol.

Chaque stolon possède aux nœuds des feuilles écailleuses assez réduites ; les entre-nœuds sont allongés. Les racines, d'abord au nombre de deux, à l'aisselle des écailles, ne se montrent que tardivement, elles sont très petites sur la partie amincie du stolon et plus développées dans la région qui précède immédiatement la courbure terminale.

A la fin de l'automne, la tige aérienne se flétrit, pour mourir pendant l'hiver ainsi que la partie mince de la tige souter-

raine. Au printemps suivant, le bourgeon terminal donnera une tige aérienne florifère et généralement très ramifiée.

ANATOMIE. — La partie terminale de la tige, qu'elle soit stérile ou qu'elle soit florifère, a la même structure : un épiderme avec des poils, une écorce peu épaisse avec des massifs collenchymateux angulaires importants, un endoderme à grosses cellules, un péricycle possédant des îlots fibreux en face des faisceaux primaires. L'assise génératrice libéro-ligneuse est discontinue et manque sur les côtés de la coupe, car la zone pérимédullaire est sclérifiée ainsi que le péricycle. Au centre une lacune remplace presque totalement la moelle.

La base de l'axe épicotylé diffère de la région précédente. L'épiderme y est formé de cellules aplaties dont quelques-unes commencent à disparaître et les cellules sous-jacentes sont subérifiées. L'écorce a huit assises de cellules laissant entre elles des méats ; le collenchyme n'est plus représenté que par des groupes de cinq ou six cellules. L'endoderme est formé de gros éléments et le péricycle est scléreux à l'extérieur du liber primaire. Les formations secondaires sont très développées dans les angles, les vaisseaux ligneux y sont abondants alors que l'on n'en trouve que très peu sur deux des côtés et que sur les deux autres l'assise génératrice ne s'est pas étendue. La moelle fait défaut au centre.

La partie la plus âgée du stolon montre un épiderme à cellules arrondies avec membrane externe légèrement cutinisée ; l'écorce, très épaisse, présente de grands méats, et le collenchyme est à peine figuré dans les angles. L'endoderme a des cellules légèrement allongées tangentiellement ; le péricycle a les mêmes caractères que précédemment. Les formations secondaires sont peu développées sur deux côtés opposés et sur les deux autres elles font défaut ; la zone pérимédullaire et le péricycle sont lignifiés, ce qui donne à la partie centrale de la coupe l'aspect d'un losange évidé, car la moelle est résorbée.

Cette étude peut se résumer ainsi : le stolon a toujours pour origine un bourgeon souterrain. Son évolution passe par deux stades :

- 1° un stade horizontal ;
- 2° un stade dressé.

L'épaisseur de l'écorce, la présence de méats et la réduction du collenchyme sont autant de caractères qui montrent les rapports entre la base de la tige aérienne et le stolon.

Monarda mollis.

MORPHOLOGIE EXTERNE. — La germination ne commence qu'au printemps, les graines semées en hiver et au mois de février ne se développent qu'au mois de mars. Les cotylédons sont soulevés hors de terre, ils sont faiblement pétiolés, leur limbe arrondi, un peu plus large à l'extrémité libre que près de la tige, présente sur le bord une échancrure assez profonde. A leur sortie du sol, ils sont incolores puis prennent au bout de

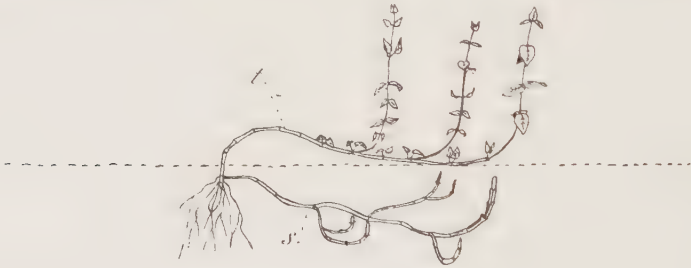


Fig. 18. — *Monarda mollis.* — Jeune pied avec la tige aérienne *t* couchée sur le sol, et les stolons souterrains *s.*

quelques jours une coloration rougeâtre qui passe au vert, et tombent ensuite (fig. 6, Pl. XIII).

Pendant que la gemmule se développe en donnant une tige dressée à feuilles colorées en pourpre qui ne verdissent que très lentement, cet axe primaire se couche quelquefois sur le sol, et à la fin de la croissance ses bourgeons se développent en rameaux aériens. La plante ne produit pas de fleurs pendant la première année.

Durant l'accroissement de la tige, la racine principale qui était peu développée disparaît; la base de la tige aérienne s'enfonce dans le sol et des racines adventives longues et ramifiées se développent.

Au mois d'août, lorsque la plantule a terminé son développement, des stolons apparaissent sur la région souterraine.

Les bourgeons du nœud cotylédonaire se développent rapidement en liges souterrains qui se ramifient de bonne heure, la partie de ces rameaux la plus rapprochée de l'origine est mince, puis, à mesure que l'on s'éloigne, leur diamètre augmente pour rester constant à partir du troisième nœud (fig. 18). Ces stolons s'allongent horizontalement, puis pénètrent dans le sol et enfin se redressent à l'automne, tout en laissant le bourgeon terminal sous terre. A chaque nœud on trouve des écailles bien développées et qui persistent longtemps. Les racines ne se développent aux nœuds que lorsque la croissance en longueur est à peu près terminée.

Les quelques bourgeons souterrains situés au-dessus des précédents peuvent aussi se développer et donner des stolons ayant une évolution semblable à celle qui vient d'être étudiée.

Pendant l'hiver toute la partie aérienne meurt.

ANATOMIE. — La région terminale de la tige aérienne présente une structure très voisine de celle qui a été observée dans la partie florifère. L'épiderme est muni de poils, l'écorce est peu épaisse et le collenchyme très développé dans les angles. L'endoderme montre des cellules allongées tangentiellement; le péricycle est formé d'éléments beaucoup plus petits. Les formations secondaires sont localisées dans les angles; cependant l'assise génératrice s'est étendue latéralement, mais les bords ne sont pas parvenus à se rejoindre sur les côtés; la zone pérимédullaire est sclérifiée. La moelle est résorbée au centre.

La partie située immédiatement au-dessus de l'axe hypocotylé est le plus souvent souterraine lorsque la croissance est achevée; elle est limitée par un épiderme avec quelques poils, au-dessous duquel les cellules corticales sont disposées suivant huit assises: les plus externes sont aplaties et les plus rapprochées du centre sont sphériques. Le collenchyme n'est que peu visible dans les angles. Les cellules endodermiques sont plus grosses que leurs voisines et le péricycle n'a point d'éléments fibreux. L'assise génératrice est continue; elle donne à l'extérieur un anneau libérien et à l'intérieur une zone lignifiée plus importante dans les angles où se trouvent des vaisseaux de grand diamètre. Le centre de la coupe est occupé par une lacune.

Une coupe transversale dans le stolon souterrain montre un

épiderme sur lequel on n'observe que de rares poils. L'écorce est formée de cellules serrées les unes contre les autres, ne laissant entre elles que des méats peu nombreux et très réduits ; le collenchyme, dans les angles, n'est représenté que par trois ou quatre cellules ayant une membrane peu épaissie. L'endoderme a des cellules volumineuses et le péricycle est semblable à celui de la tige dressée. Le liber secondaire forme un anneau complet comprenant cinq assises et le bois est presque aussi développé sur les côtés que dans les angles. La moelle occupe toute la partie centrale.

L'étude de la germination chez le *Monarda mollis* peut se résumer ainsi :

La graine a une germination épigée, l'axe dressé qui en résulte est généralement stérile la première année ; la base devient souterraine et les bourgeons évoluent en stolons.

L'évolution complète d'un stolon issu de l'aisselle d'un cotylédon passe par deux stades :

- 1° un stade horizontal avec pénétration dans le sol ;
- 2° un stade dressé.

Les autres bourgeons souterrains peuvent évoluer en stolons se comportant de la même façon.

La structure de la base de l'axe épicotylé et celle du stolon sont à peu près semblables.

Mentha.

MORPHOLOGIE EXTERNE. — J'ai fait des semis de plusieurs espèces de *Mentha* et j'ai obtenu les résultats suivants. Toutes les graines ne commencent à se développer qu'au mois de mars, bien que quelques-unes soient restées dans le sol depuis le mois d'octobre. Chez toutes, la germination est épigée ; quelques plantules diffèrent les unes des autres par la forme des cotylédons. Dans le *Mentha viridis* les cotylédons sont très faiblement pétiolés et le limbe est arrondi ; chez le *Mentha crispa*, la forme est un peu plus allongée, et chez les *Mentha rotundifolia*, *M. piperita* et *M. aquatica* le pétiole est plus long, le limbe est pointu à l'extrémité, et de chaque côté du pétiole

on trouve un petit denticule qui fait défaut dans les deux premières espèces (fig. 4, 5, Pl. XIII).

Le développement de la plantule se fait à peu près avec la même rapidité, si l'on a soin de placer chacune des espèces dans le milieu où elle a l'habitude de croître. Dans d'autres circonstances il n'en est pas ainsi : si l'on cultive, par exemple, des exemplaires de *Mentha aquatica* dans un terrain sec, l'axe épicotyle ne prend qu'un petit développement et le plus grand nombre des pieds meurent.

Au début, la croissance est lente, les entre-nœuds sont courts, puis, au mois de mai, on note un développement plus rapide, si bien que la tige aérienne a terminé sa croissance au mois d'août. Cette tige est stérile et parmi les nombreux pieds que j'ai cultivés aucun d'eux n'a donné de fleurs.

Ce n'est que lorsque la partie aérienne a terminé son évolution que les stolons commencent à apparaître.

Les bourgeons placés à l'aisselle des cotylédons se développent les premiers dans toutes les espèces.

Dans le *Mentha viridis* la base de la tige principale est souterraine lorsque commence le développement de ces bourgeons. Les stolons qui en proviennent s'accroissent horizontalement dans le sol sur une longueur qui peut atteindre 30 à 40 centimètres dans certains cas, puis leur extrémité, à l'approche de l'hiver, se redresse tout en restant souterraine et se renfle légèrement. Les entre-nœuds sont de petit diamètre près de l'origine. A chaque nœud les feuilles écailleuses sont bien développées et persistent jusqu'au développement du bourgeon placé à leur aisselle. Sur la partie redressée les écailles ont des dimensions plus grandes et on peut y distinguer un pétiole. Les racines se développent pendant la croissance du stolon jusqu'aux nœuds très rapprochés de l'extrémité. Il s'en forme d'abord deux à chaque nœud, puis il en apparaît de nouvelles plus tard. Quelques jours après l'accroissement des bourgeons du nœud le plus bas, un certain nombre d'autres bourgeons situés au-dessus se développent à leur tour en stolons évoluant de la même façon.

Chez le *Mentha crispa*, le mode de développement est semblable à celui que l'on vient d'étudier.

Dans les plantules des *Mentha rotundifolia* et *M. piperita* la

base de l'axe épicotylé est le plus souvent aérienne; les bourgeons axillaires des cotylédons donnent naissance à des stolons mi-aériens, mi-souterrains et à peu près semblables à ceux de la plante adulte; cependant, au début de leur développement, ces stolons sont moins vigoureux et ce n'est que lorsque les racines adventives sont apparues aux nœuds que la rapidité de leur croissance augmente, que leur diamètre s'accroît et qu'ils se ramifient.

Il arrive quelquefois, principalement chez le *Mentha piperita*, que la partie basilaire de la tige est souterraine. Les stolons situés tout à fait à la base restent souterrains sur toute leur longueur, l'extrémité seule étant aérienne; mais ceux qui proviennent des bourgeons souterrains placés au-dessus sortent rapidement du sol en se dirigeant obliquement de bas en haut.

L'évolution des bourgeons basilaires de la tige chez le *Mentha aquatica* varie avec le milieu où pousse la plantule. La base de la tige s'enfonce dans le sol et les stolons commencent leur développement sous terre. Lorsque la plantule se trouve placée dans le voisinage de l'eau, leur extrémité ne tarde pas à devenir aquatique, mais leur longueur reste beaucoup plus petite que chez la plante adulte. Les nœuds situés au-dessus du précédent portent des bourgeons dont quelques-uns évoluent en stolons semblables à ceux que nous venons de voir. Si la graine se développe dans un terrain sec, tous les stolons qui apparaissent à la base de la tige sont complètement souterrains. La différenciation du bourgeon terminal dans cette espèce se produit hors du sol quand le stolon est souterrain, ou dans l'eau lorsqu'il est aquatique.

La tige aérienne dressée meurt pendant l'hiver dans chacune des espèces. Seuls les stolons aériens ou souterrains plus ou moins ramifiés persistent. Au printemps suivant le bourgeon terminal de chacun d'eux donnera une nouvelle tige dressée, le plus souvent florifère. Chez certaines espèces cependant (*Mentha rotundifolia*) il est très rare de voir apparaître des fleurs sur les tiges de deuxième année, ce n'est qu'un an plus tard que la floraison se produit.

ANATOMIE. — Dans chacune des espèces de *Mentha*, j'ai étu-

dié la structure de l'extrémité de la tige principale, de la base de cette même tige et du stolon.

La partie terminale de la tige aérienne a des caractères semblables dans toutes les coupes. L'épiderme est muni de nombreux poils, l'écorce est mince et possède dans les angles des massifs collenchymateux très développés. L'endoderme a des cellules plus grandes que les cellules corticales voisines et le péricycle a des îlots fibreux en face des faisceaux primaires, sauf chez le *Mentha aquatica*. Mais c'est par la discontinuité de l'assise génératrice que cette région se distingue nettement des deux autres et se rapproche de la région florifère. On peut observer cependant un allongement latéral plus grand de la zone génératrice que celui constaté dans la partie qui porte les fleurs. L'assise pérимédullaire est sclérifiée.

La structure de la base de la tige au-dessus du nœud cotylédonaire montre un épiderme à poils peu nombreux au-dessous duquel les cellules corticales forment une couche plus épaisse que dans la coupe précédente, le collenchyme fait à peu près défaut dans les angles et l'assise endodermique possède des cellules ne différant guère des cellules extérieures voisines. Le péricycle a les mêmes caractères que dans la partie supérieure de la tige. Les formations secondaires sont constituées par deux anneaux concentriques bien développés, avec des vaisseaux ligneux dans les angles et des cellules ligneuses sur les côtés. Le centre est occupé par la moelle.

L'étude des stolons a permis de les classer en deux catégories : 1° les stolons qui évoluent complètement dans le sol (*Mentha viridis*, *M. crispa*) ou qui ne sont souterrains qu'au début de leur développement (*Mentha aquatica* et quelques pieds de *M. rotundifolia* et de *M. piperita*);

2° ceux qui proviennent de bourgeons cotylédonaire restés aériens (*M. rotundifolia*, *M. piperita*).

Les stolons ayant une origine souterraine présentent, au voisinage de leur point d'insertion sur l'axe principal, la structure suivante : l'épiderme est presque dépourvu de poils, l'écorce a une épaisseur à peu près égale à celle que l'on a trouvée dans la partie basilaire de la tige, et le collenchyme forme des îlots de trois ou quatre cellules dans chacun des angles. L'endo-

derme a de petites cellules et le péricycle des fibres scléreuses, sauf toujours chez le *Mentha aquatica*. Le liber et le bois secondaires sont bien développés.

Les rameaux rampants aériens que l'on observe chez les plantules de *Mentha rotundifolia* et de *M. piperita* diffèrent un peu de ceux qui ont une origine souterraine. L'épiderme a des poils un peu plus nombreux, l'écorce a en moyenne une ou deux assises de cellules de moins et le collenchyme angulaire y est un peu plus visible. L'endoderme, le péricycle et les tissus conducteurs n'offrent rien de particulier.

On peut résumer ainsi les résultats obtenus :

L'axe dressé est stérile la première année, souvent aussi la deuxième année, et ne fleurit en général que pendant la troisième. La base de l'axe épicotylé, chez les espèces ne possédant que des stolons souterrains, s'enfonce dans le sol et les bourgeons cotylédonaire se développent en rameaux hypogés. Dans les espèces ayant des stolons aériens et des stolons souterrains, le nœud cotylédonaire reste le plus souvent hors du sol et les bourgeons évoluent en tiges rampantes mi-aériennes, mi-souterraines.

L'évolution du stolon passe par deux stades :

1° un stade horizontal complètement souterrain (*Mentha viridis*), ou mi-aérien, mi-souterrain (*Mentha rotundifolia*).

2° un stade dressé, avec différenciation du bourgeon terminal.

L'examen des coupes des diverses parties de la plantule permet de différencier la région terminale de la tige dressée de la partie basilaire. La structure des stolons souterrains, aussi bien que celle des axes rampants aériens, est très voisine de celle de la base de l'axe épicotylé.

Lamium album.

MORPHOLOGIE EXTERNE. — Les semences germent facilement et donnent, au bout d'une vingtaine de jours, des plantules avec des cotylédons aériens un peu allongés présentant une échancrure à l'extrémité. Les feuilles cotylédonaire sont pétiolées et possèdent de chaque côté de la base du limbe une petite dent.

Si la germination s'effectue à la fin de l'été, la tige n'a pas le temps de se développer complètement et meurt pendant l'hiver.

C'est principalement au printemps que les graines germent avec le plus de rapidité.

Lorsque les cotylédons sont sortis de terre, ils prennent une coloration verte et le bourgeon terminal commence à croître. L'axe épicotylé présente, à la base, des nœuds très rapprochés puis la rapidité de croissance s'accroît et les entre-nœuds ont une plus grande longueur. Au mois de juillet, la jeune plante montre une tige dressée, quelquefois couchée sur le sol et dont l'extrémité porte parfois mais rarement des fleurs.

Pendant ce développement, la racine principale de la plantule disparaît pour être remplacée par de nombreuses racines adventives ramifiées.

Si l'on examine la base de la tige, deux cas peuvent se présenter : 1^o les nœuds inférieurs peuvent être aériens ; 2^o ils peuvent être souterrains.

Dans le premier cas, le nœud porteur des cotylédons est très rapproché du sol, les bourgeons qu'il porte se développent pendant l'été en tiges rampantes dont le bourgeon terminal est toujours dressé, et quand ces rameaux ont atteint une longueur de 6 à 7 centimètres, l'extrémité évolue en tige aérienne florifère. Sur toute la partie rampante les nœuds portent des feuilles vertes moins grandes que celles de la tige principale et quelques racines de peu d'importance. D'autre part, au nœud cotylédonaire de nombreuses racines sont apparues qui fixent solidement la plante au sol. Les nœuds situés au-dessus du précédent portent des bourgeons qui évoluent en rameaux aériens à géotropisme négatif.

Dans le deuxième cas, de beaucoup le plus fréquent, lorsque la base de la plantule est souterraine, les bourgeons cotylédonaire entrent les premiers en voie de développement. Ils s'allongent horizontalement en stolons qui se redressent pour donner une tige aérienne florifère et portent, dans le sol, des feuilles écailleuses persistantes un peu allongées à extrémité légèrement aplatie. Les autres bourgeons souterrains appartenant à l'axe épicotylé donnent aussi des rameaux ayant un

développement analogue au précédent mais chez lesquels la région souterraine est moins étendue.

Avant que ces premiers rameaux aient achevé leur croissance, on observe, aussi bien dans le premier que dans le second cas, le développement d'autres bourgeons. Tout près du nœud qui portait les cotylédons, à la face inférieure du stolon ou du rameau rampant, un bourgeon s'accroît rapidement et donne un stolon souterrain qui pénètre dans le sol, en faisant avec l'axe sur lequel il naît un angle d'environ 45° . Cette péné-

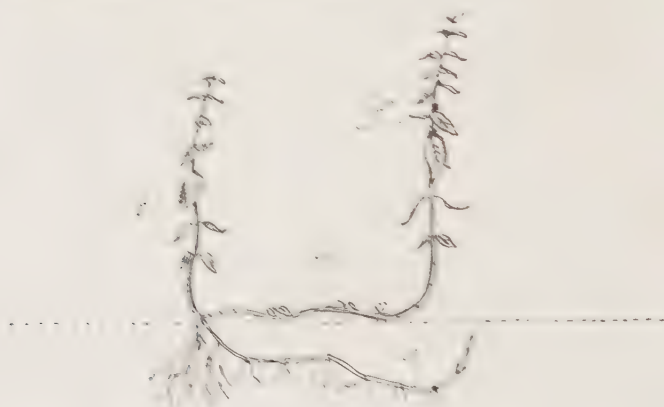


Fig. 19. — *Lemnium album*. — A la fin de la première année — *t*, tige principale — *f* — rambeau rampant à extrémité redressée florifère — *s*, stolon souterrain.

tration dans le sol se manifeste sur une longueur de quelques centimètres, puis l'allongement devient ensuite horizontal. Cette tige s'accroît pendant l'automne et, lorsqu'approche l'hiver, son extrémité se redresse et arrive au niveau du sol (fig. 19). Les autres bourgeons du rameau qui a produit ce stolon peuvent aussi se développer de la même façon. Toutes les tiges souterraines qui se sont ainsi formées pendant cette deuxième période de croissance ont les mêmes caractères : elles sont beaucoup plus longues que celles qui ont pris naissance au printemps, leurs nœuds sont plus espacés et leurs feuilles ocaillieuses ne présentent plus un pétiole et un limbe distincts. Les racines qu'elles portent apparaissent d'abord au nombre de quatre à chaque nœud, puis il peut s'en développer de nouvelles, principalement dans la région qui avoisine la courbure terminale.

Il arrive quelquefois que le bourgeon terminal sort de terre et montre un bouquet de feuilles protectrices.

Pendant l'hiver toutes les parties aériennes de la plante meurent, sauf le bourgeon terminal parfois aérien des stolons.

Quelques semis que j'avais faits tardivement m'ont donné les résultats suivants : La plantule s'est développée au mois d'octobre et a donné un axe court, à nœuds rapprochés et porteurs de feuilles vertes entourant presque complètement le bourgeon terminal. Pendant l'hiver les bourgeons des nœuds inférieurs ont évolué en stolons souterrains dont l'extrémité ne s'est différenciée qu'au printemps suivant. Il y a donc, dans ce cas, une période végétative de moins que si la germination a lieu au printemps.

ANATOMIE. — L'axe principal de la plantule offre deux régions intéressantes : la partie terminale, assez souvent florifère, et la base de cette tige.

Dans la région florifère, on trouve un épiderme sur lequel apparaissent de nombreux poils, les uns tecteurs, les autres glandulaires ; l'écorce, avec quatre ou cinq assises de cellules, possède dans chaque angle des massifs de collenchyme bien développés formant des sortes d'excroissances extérieures. L'endoderme a des cellules arrondies. Le tissu conducteur est localisé dans les angles et le péricycle lignifié entre les faisceaux primaires n'a pas permis à l'assise génératrice de s'étendre. La moelle occupe le centre de la coupe.

La base de l'axe épicotylé, immédiatement au-dessus des cotylédons, est limitée extérieurement par un épiderme à poils moins nombreux que dans la coupe précédente. L'écorce a sept ou huit assises de cellules laissant entre elles de petits méats ; dans les angles on ne trouve que quelques cellules à membrane légèrement épaissie. L'endoderme est formé d'éléments un peu allongés tangentiellement et le péricycle n'a pas de cellules scléreuses. L'assise génératrice continue donne des tissus secondaires très abondants dans les angles, mais sur les côtés les formations libériennes sont beaucoup plus importantes que le tissu ligneux formé seulement de quatre assises de cellules et de vaisseaux de petit diamètre. La moelle est bien développée.

La coupe de la partie la plus âgée du stolon issu d'un bour-

geon placé à l'aisselle d'un cotylédon a la structure suivante : l'épiderme est à peu près dépourvu de poils, l'écorce est formée de huit assises de cellules avec méats et le collenchyme angulaire est à peine marqué. L'endoderme et le péricycle n'offrent rien de particulier. Une zone libérienne continue vient ensuite et montre trois assises de cellules sur les côtés ; le bois secondaire plus développé est composé de vaisseaux de grand diamètre dans les angles ; sur deux des côtés ce sont les cellules ligneuses qui dominent, mais on y trouve aussi quelques vaisseaux ; sur les deux autres côtés les vaisseaux manquent complètement et le bois y présente un plus petit développement. Au centre on trouve la moelle.

La région florifère et la base de la tige aérienne qui font suite à ce stolon ont une structure absolument semblable aux parties homologues de l'axe primitif.

Le stolon d'automne qui se développe le premier est celui qui apparaît près du nœud cotylédonaire. Une coupe transversale à l'origine nous montre un épiderme avec quelques poils capités rares. L'écorce a huit assises de cellules et le collenchyme est en petite quantité. L'endoderme et le péricycle ont toujours les mêmes caractères. L'assise génératrice continue donne à l'extérieur une couche de liber constituée de cinq assises et à l'intérieur du bois secondaire à gros éléments dans les angles et à petits vaisseaux sur les côtés. La moelle est au centre.

Les stolons qui proviennent des autres bourgeons plus éloignés de l'axe primitif possèdent une structure qui diffère un peu de la précédente : les poils épidermiques y sont un peu plus abondants ; le collenchyme y est plus nettement différencié ; les tissus conducteurs ont un développement moins accentué.

En résumé :

L'évolution de la plante en partant de la graine est tout à fait analogue à l'évolution annuelle de la plante adulte. La première période végétative donne un stolon qui passe par deux stades :

1° un stade horizontal ;

2° un stade dressé.

Le premier stade n'est que peu important.

Le stolon correspondant à la deuxième période végétative passe par des phases semblables, mais le premier stade a une importance beaucoup plus grande que dans le premier cas.

Par les ornements de l'épiderme, le développement du collenchyme, l'épaisseur de l'écorce, les formations libéro-ligneuses, la structure de la base de l'axe épicotylé se rapproche de celle du stolon.

Teucrium Chamædrys.

MORPHOLOGIE EXTERNE. — Les plantules de *Teucrium Chamædrys* ne sortent du sol qu'au printemps ou pendant l'été. L'axe hypocotylé soulève les cotylédons qui, après deux ou trois jours, prennent une coloration verte. Les feuilles cotylédonaires sont arrondies et un peu allongées.

Lorsque la germination s'effectue au printemps, le bourgeon terminal s'allonge rapidement, la tige qui en provient se couche généralement sur le sol, mais son extrémité est toujours redressée. Sur une dizaine de pieds, on en trouve en moyenne un ou deux qui porteront des fleurs à l'automne, les autres sont stériles. Pendant le mois d'août les bourgeons placés à la base de la tige évoluent en rameaux aériens qui rampent sur une longueur de 2 à 3 centimètres, puis se redressent à l'extrémité. Ils ne portent pas de fleurs et sont dépourvus de racines.

Les bourgeons cotylédonaires qui se développent les premiers donnent des rameaux plus longs que ceux provenant des bourgeons situés au-dessus. Un peu plus tard, lorsque la croissance en longueur de ces diverses tiges est terminée, on voit apparaître le premier rameau souterrain.

Si l'on observe l'un des rameaux rampants issus du nœud cotylédonaire, on voit les bourgeons les plus rapprochés de la tige primitive commencer à se développer ; mais en général, un seul, situé à la face inférieure de la tige rampante, continue à s'allonger et pénètre dans le sol où il s'étend souvent sur une longueur de 15 à 20 centimètres ; l'autre bourgeon produit seulement quelques petites feuilles et reste à cet état.

Ce stolon souterrain possède une évolution rapide ; son diamètre, au début petit, va en grossissant. L'extrémité se redresse

à la fin de l'automne. Sur la partie horizontale les entre-nœuds sont allongés et les nœuds portent des écailles bien développées et persistantes; sur la partie redressée les écailles sont beaucoup plus allongées et plus charnues (fig. 5, Pl. XII).

Des racines adventives se montrent sur toute la partie souterraine; elles sont peu développées près de l'origine mais se rencontrent en grand nombre dans la région moyenne du stolon; elles apparaissent d'abord aux nœuds, puis, çà et là, sur les entre-nœuds.

Pendant tout ce développement, la racine principale persiste et forme un pivot ligneux de 20 à 25 centimètres de longueur.

Il arrive quelquefois que le nœud qui porte les cotylédons devient souterrain; dans ce cas, les rameaux qui naissent des bourgeons placés à cet endroit s'allongent, au début, dans le sol, sur un petit parcours, pour donner ensuite des tiges aériennes stériles. Le stolon qui naît près de leur origine présente alors une évolution complètement souterraine.

Pendant l'hiver, la tige dressée principale meurt si elle a donné des fleurs; mais, si elle a été stérile, le bourgeon terminal seul se dessèche ainsi d'ailleurs que les bourgeons terminaux de tous les axes rampants aériens.

La base de la tige principale qui a donné naissance à de nombreux rameaux s'accroît en épaisseur et il se forme une sorte de chicot sur lequel peuvent apparaître des bourgeons pendant plusieurs années.

ANATOMIE. — La région terminale florifère de l'axe primitif présente la même structure que la hampe florifère de la tige adulte. Ses principaux caractères : abondance de poils, présence de collenchyme dans les angles et discontinuité de l'assise génératrice se retrouvent dans la région terminale de la tige primitive lorsqu'elle est stérile; cependant, dans ce dernier cas, l'assise génératrice s'étend latéralement et les côtés de la coupe ne sont dépourvus de tissus secondaires que sur de petits espaces.

La base aérienne de l'axe primitif montre un épiderme avec poils moins nombreux que dans la coupe précédente; l'écorce a sept assises de cellules aplaties laissant entre elles des méats; le collenchyme n'est que peu développé. L'endoderme montre

des cellules allongées tangentiellement et le péricycle possède des îlots fibreux dans les angles. Le liber et le bois secondaires sont abondants, et dans le bois on rencontre des vaisseaux de grand diamètre disséminés dans toute la masse. La moelle est très réduite au centre.

La tige aérienne rampante offre, près de son origine, une structure à peu près semblable à la précédente : les cellules corticales y sont aplaties et les méats qu'elles laissent entre elles sont moins nombreux et plus petits ; le collenchyme est aussi en petite quantité, les cellules endodermiques sont un peu arrondies et le péricycle ne possède que peu de fibres. Les tissus secondaires et la moelle ont le même développement que ci-dessus.

Enfin, dans le stolon qui correspond à la dernière période végétative on trouve une structure absolument semblable à celle de la tige rampante près de son origine.

Cette étude peut se résumer ainsi :

Le cycle évolutif de la plantule du *Teucrium Chamædrys* montre, pendant la première année, deux périodes végétatives : l'une, caractérisée par le développement de la tige aérienne dressée, florifère ou stérile, et la croissance des bourgeons basilaires qui donnent des rameaux rampants ; la deuxième, pendant laquelle se forment les stolons souterrains.

La structure de la base aérienne de l'axe épicotylé, celle du rameau aérien rampant et celle du stolon souterrain offrent un grand nombre de caractères communs : épiderme ne portant que quelques poils, collenchyme angulaire très réduit et grand développement des tissus conducteurs.

Teucrium Scorodonia.

MORPHOLOGIE EXTERNE. — Parmi les graines semées à la fin de l'été quelques-unes commencent à se développer quelques jours plus tard, mais la plupart ne germent qu'aux mois de mars et d'avril. La plantule a les cotylédons hors de terre. Ces derniers possèdent un court pétiole et un limbe cordiforme. Pendant le développement de l'axe hypocotylé la racine s'allonge et atteint de 2 à 3 centimètres. Les feuilles cotylé-

donaires, qui prennent rapidement une coloration verte, ne persistent pas longtemps. Le bourgeon terminal se développe lentement et, à la fin du mois de juin, la tige ne s'est allongée que de quelques centimètres, elle possède des nœuds très rapprochés les uns des autres avec des feuilles larges.

Pendant le mois de juillet et le mois d'août, la croissance est plus active, l'axe principal s'allonge et atteint 8 à 10 centimètres, les nœuds sont plus espacés qu'à la base, mais à ce moment, la tige se courbe et se couche sur le sol. Le bourgeon terminal est toujours dressé et porte un bouquet de feuilles. A partir de ce moment la croissance en longueur diminue et souvent même s'arrête. La racine principale persiste, et donne un axe vertical lignifié (fig. 6, Pl. XII).

Pendant la croissance de la tige, les bourgeons qu'elle porte entrent en voie de développement. Ceux qui sont placés à l'aisselle des cotylédons s'allongent horizontalement sur une longueur de 1 à 2 centimètres; ils portent à l'extrémité un bouquet de feuilles protectrices. Les bourgeons placés un peu plus haut sur l'axe épicotylé peuvent aussi se développer, mais les tiges qui en proviennent ne rampent pas, elles sont généralement dressées et se terminent aussi par un bouquet de feuilles.

La tige principale et les rameaux qu'elle porte sont stériles pendant cette première année.

Lorsqu'arrive l'hiver, la tige principale meurt sur une assez grande longueur, jusqu'aux nœuds porteurs de rameaux. Pendant la saison froide, les bourgeons terminaux resteront à l'état dormant, ils ne recommenceront à évoluer qu'au printemps suivant.

Si on examine la plante avant le début de la seconde période végétative, on constate que la base de la tige s'est renflée et forme un véritable chicot dû au développement des bourgeons, les nœuds étant très rapprochés les uns des autres dans cette région. D'autre part, la racine s'est accrue et forme un pivot très long, atteignant quelquefois 30 centimètres, et dont la partie supérieure a un diamètre de 3 centimètres environ.

Au printemps de l'année suivante, les bourgeons terminaux des rameaux évoluent en tiges dressées qui portent des fleurs

au mois d'août. C'est sur la partie rampante de ces rameaux que se développent les stolons (fig. 1, Pl. XIII). Tout près du chicot les bourgeons axillaires s'allongent et s'enfoncent immédiatement dans le sol. Ces axes hypogés se développent rapidement, et peuvent atteindre horizontalement une longueur de 30 à 60 centimètres. Leurs entre-nœuds sont longs et leur extrémité se redresse à la fin de l'automne, où elle apparaît hors du sol portant un bourgeon terminal muni de feuilles vertes bien développées. Ces stolons souterrains sont ramifiés et chaque ramification évolue comme l'axe principal, sauf quelques-unes dont le bourgeon terminal reste souterrain pendant l'hiver. Près de son origine le stolon a un petit diamètre et des entre-nœuds courts, plus loin le diamètre augmente et les nœuds s'espacent. Les nœuds souterrains portent des feuilles écailleuses et peu développées et sur chacune des faces dépourvues d'écailles une ou deux racines adventives; ces racines commencent à se montrer à une distance de 6 à 8 centimètres de l'extrémité du stolon. Sur les régions plus âgées de nouvelles racines apparaissent sur les entre-nœuds, elles sont au nombre de deux, et se développent sur chacune des faces qui portent des écailles au nœud précédent.

Durant cette deuxième année de végétation le pied primitif continue à vivre, le chicot de la partie inférieure grossit et des bourgeons adventifs se développent en tiges dressées stériles; la racine est toujours très grosse.

Je n'ai pu savoir combien de temps pouvait vivre un pied venant de germination. J'en ai observé un pendant quatre années consécutives, et le chicot a donné, dès la troisième année, des tiges dressées florifères.

Quelques-uns des stolons issus de cette région se séparent du pied mère, mais d'autres y restent soudés, de sorte que, par suite de formations nouvelles, on trouve chaque année des axes souterrains longs de deux mètres et partant du pied primitif.

Lorsque la graine germe à la fin de l'été, la plantule possède un axe épicotylé court non ramifié, qui persiste pendant l'hiver et qui se développe au printemps suivant en tige dressée florifère à la base de laquelle apparaissent des stolons souterrains.

ANATOMIE. — L'extrémité de la tige dressée de la première

année possède un épiderme avec poils nombreux de deux sortes, les uns allongés, disposés principalement sur les angles, et les autres glandulaires, situés sur les côtés; l'écorce présente cinq assises de cellules arrondies et laissant entre elles de petits méats; les angles de la coupe sont occupés par des massifs collenchymateux bien développés. L'endoderme est formé de grosses cellules et le péricycle ne montre aucun élément sclérifié. Les formations secondaires sont placées dans les angles; l'assise génératrice qui est apparue entre le bois et le liber s'est étendue latéralement, mais les bords ne se sont pas rejoints: la zone pérимédullaire est légèrement lignifiée. Au centre on trouve la moelle bien développée.

Un coupe pratiquée dans la base de cette tige, immédiatement au-dessus du noeud porteur des cotylédons, offre un épiderme avec poils moins nombreux que précédemment et formé de cellules renfermant une substance noirâtre. Le collenchyme est à peine visible. L'endoderme est formé de cellules allongées tangentiellement et le péricycle présente de distance en distance des îlots de fibres scléreuses. Les cellules péricycliques à membrane mince commencent à se diviser longitudinalement et à se différencier en assise génératrice subéro-phello-dermique. L'assise génératrice libéro-ligneuse a donné à l'extérieur un anneau complet de liber secondaire qui comprend de douze à quinze assises de cellules; le bois secondaire que l'on trouve à l'intérieur a pris une grande extension, il offre les mêmes caractères sur toute son étendue; les vaisseaux de grand diamètre sont cependant un peu plus nombreux dans les angles que sur les côtés. La moelle, peu développée, occupe le centre.

Les rameaux rampants qui ont pris naissance à l'aisselle des feuilles cotylédonaire, sont très minces près de l'origine; ils ont un épiderme porteur de poils longs et assez nombreux. L'écorce a six assises de cellules allongées tangentiellement et le péricycle possède des îlots sclérifiés principalement en face des faisceaux primaires. Les formations secondaires sont peu développées: on trouve trois ou quatre assises de bois formé uniquement de cellules ligneuses sur les côtés et présentant quelques vaisseaux dans les angles. La moelle est au centre.

A la fin de la deuxième année la base de la tige aérienne a augmenté considérablement de diamètre. Une coupe dans cette région montre une zone subéreuse externe au-dessous de laquelle un phelloderme de faible épaisseur la sépare du liber secondaire formé de douze à quinze assises et présentant sur sa face externe quelques îlots fibreux. Le bois secondaire a pris un grand développement, il est possible d'y distinguer deux zones de grands vaisseaux séparées par une région constituée uniquement par des cellules ligneuses et des vaisseaux de petit diamètre, les deux zones correspondent aux formations des deux années consécutives. La moelle est en petite quantité (fig. 7, Pl. XIV).

Le stolon souterrain qui s'est développé sur cette région possède, près de son origine, la structure suivante : l'épiderme est presque complètement disparu ainsi qu'une grande partie de l'écorce. Une assise génératrice s'est formée dans le péricycle et a donné par endroits quelques assises de liège. Des îlots de fibres scléreuses existent en contact avec le liber qui présente cinq ou six assises de cellules ; le bois est très épais, les vaisseaux sont en moins grande quantité sur les côtés que dans les angles. La moelle occupe le centre.

En résumé :

Pendant la première année la tige de la plantule a une végétation complètement aérienne, avec des rameaux rampants. Ce n'est que pendant la deuxième année que des bourgeons placés près de l'origine des axes rampants évoluent en stolons souterrains.

Le développement complet d'un stolon passe par deux stades :

1° un stade horizontal avec pénétration dans le sol ;

2° un stade dressé avec différenciation aérienne du bourgeon terminal.

La tige rampante issue des bourgeons cotylédonaire, la base de la tige aérienne et le stolon souterrain ont une structure à peu près semblable.

CHAPITRE III

ACTION DE LA LUMIÈRE, DE L'OBSCURITÉ ET DU SOL SUR LES DIVERS STOLONS DES LABIÉES

I. — HISTORIQUE

La plupart des auteurs qui se sont occupés des tiges rampantes ou des stolons souterrains ont été conduits à rechercher, au moyen d'expériences, l'action des divers milieux sur l'évolution des rameaux.

Influence de la lumière sur la morphologie. — Stapf (1) a montré par des expériences sur la Pomme de terre que la croissance la plus active se manifeste quand la plante est placée à l'obscurité et lorsque la transpiration est le plus faible.

Rauwenhoff (2) a étudié l'action de l'obscurité sur l'anatomie de la tige dressée et sur le développement floral.

Sachs (3) a signalé une croissance plus active de la tige et une réduction des feuilles sur les rameaux qui poussent à l'obscurité. D'après Kraus (4), cette accélération dans le développement serait due surtout à l'accroissement de la moelle.

Pick (5) a montré que si le tissu palissadique est bien développé dans les feuilles exposées au soleil, il disparaît presque complètement chez celles qui évoluent à l'ombre, où il est remplacé par un abondant tissu lacuneux.

Cette étude a été poussée plus loin par Dufour (6) tant au point de vue biologique qu'au point de vue anatomique.

Kerner von Marilaun (7) a prouvé que l'obscurité favorise le

(1) Stapf, *Verhandl. k. h. zool. bot. Gesellschaft in Wien*, 1878.

(2) Rauwenhoff, *Sur les causes des formes anormales des plantes qui croissent dans l'obscurité* (Ann. des sc. nat., 6^e série, t. V).

(3) Sachs, *Arbeiten des Bot. Inst. in Würzburg*, Bd II, heft II, 1879.

(4) Kraus, *Ueber die Ursachen der Formänderung etiolander Pflanzen* (Pringsheim's Jahrbücher für Wiss. Bot., t. VII).

(5) Pick, *Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestalt und Orientirung der Zellen des Assimilationsgewebes* (Bot. Centralblatt., Bd XI, n^o 37-38, 1882).

(6) Dufour, *Influence de la lumière sur la forme et la structure des végétaux* (Ann. des sc. nat., 7^e série, t. V, 1887).

(7) Kerner von Marilaun, *loc. cit.*

développement végétatif, tandis que la lumière provoque une plus grande abondance de fleurs et de fruits.

Vöchting (1) expérimentant sur le *Mimulus Tilingi* et l'exposant à des intensités lumineuses différentes a observé qu'un certain nombre de rameaux végétatifs dressés devenaient rampants lorsque la lumière était très atténuée. Des modifications analogues ont été obtenues par Maige (2) qui a montré par des expériences nombreuses sur des plantes très diverses que la lumière diffuse favorisait l'adaptation à la vie rampante.

Curtel (3), en étudiant l'action de la lumière diffuse sur la tige aérienne dressée, montra que beaucoup de rameaux évoluant dans ces conditions se courbent et rampent sur le sol.

Influence du sol sur la morphologie. — Costantin (4) et Thomas (5) ont étudié l'action comparée des milieux aérien et souterrain sur la forme et la structure de la tige et de la feuille.

Influence de la lumière sur le géotropisme. — Franck (6), en plaçant à la lumière diffuse les axes rampants de *Lysimachia nummularia* et de *Fragaria lucida*, vit les premiers se redresser, et les seconds rester horizontaux. Il en conclut que la cause de la reptation est l'héliotropisme négatif pour la première espèce et le géotropisme transversal pour la deuxième.

Pour de Vries (7) et Wiesner (8) l'horizontalité des rameaux est due à l'héliotropisme négatif.

Des expériences d'Elfving (9) ont montré que la reptation des stolons aériens et l'allongement horizontal des rhizomes sont dus au géotropisme.

(1) Vöchting, *Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüthen* (Jahrb. für wiss. Bot., Bd XXV, 1893).

(2) Maige, *Recherches biologiques sur les plantes rampantes* (Thèse de Paris, 1900).

(3) Curtel, *Recherches physiologiques sur la fleur* (Thèse de Paris, 1899).

(4) Costantin, *Étude comparée des tiges aériennes et souterraines des Dicotylédones* (Ann. Sc. nat. Bot., 1883).

(5) Thomas, *Anatomie comparée et expérimentale des feuilles souterraines* (Thèse de Paris, 1900).

(6) Franck, *Die natürliche wagerechte Richtung der Pflanzentheile* (1870).

(7) De Vries, *Ueber einige Ursachen der Richtung bilateralsymmetrischer Pflanzentheile* (Arbeiten des Bot. Inst. in Würzburg, Bd I, heft II, 1872).

(8) Wiener, *Die heliotropischen Erscheinungen in Pflanzenreiche* (1878).

(9) Elfving, *Ueber einige horizontal Wachsende Rhizome* (Arbeiten des Bot. Inst., in Würzburg, Bd II, heft III, 1880).

Stahl (1), en plaçant à la lumière des stolons souterrains, a observé chez ces derniers un géotropisme positif provoquant la pénétration du bourgeon terminal dans le sol.

Maige (2) a montré que l'obscurité agit sur le géotropisme des stolons rampants. Chez quelques rameaux horizontaux placés en milieu obscur, le géotropisme transversal est remplacé par un géotropisme négatif et l'extrémité du rameau se redresse; chez d'autres, l'action du nouveau milieu est à peu près nulle. Ces différences sont en relation avec le degré d'adaptation à la vie rampante : les tiges dont le géotropisme est modifié sont en effet peu adaptées à la reptation tandis que chez les autres l'adaptation est beaucoup plus complète.

En exposant à la lumière directe des axes horizontaux de *Stachys silvatica* développés à l'ombre, Maige a observé que ces rameaux se redressaient de la même façon que s'ils étaient placés à l'obscurité, par suite d'une variation du géotropisme. Reportés à la lumière diffuse, ces rameaux reprenaient de nouveau la position horizontale.

Dans ses conclusions, Maige rapproche les plantes rampantes des plantes à stolons souterrains et admet que ces deux groupes ont pour origine le grand développement pris par la partie végétative aux dépens de la partie reproductrice sous l'action de la lumière diffuse.

Briquet (3), ayant déterré des stolons de *Mentha arvensis*, les vit évoluer en tiges dressées négativement géotropiques. Les expériences de Stahl (4) rapprochées de celles-ci montrent que la lumière modifie diversement le géotropisme suivant les rameaux sur lesquels elle manifeste son action.

Influence du sol sur le géotropisme. — Czapeck (5), dans un travail où il étudie l'allongement horizontal des racines et des rhizomes, formule une première hypothèse : il admet que

(1) Stahl, *Einfluss des Lichtes auf den Geotropismus einiger Pflanzenorgane* (Berichte der deutsche bot. Gesellsch., 1884).

(2) Maige, *loc. cit.*

(3) Briquet, *Modifications produites par la lumière dans le géotropisme des stolons des Menthes* (Bull. du Lab. de Bot. gén. Univ. de Genève, vol. I, t. I).

(4) Stahl, *Einfluss des Lichtes*, etc., *loc. cit.*

(5) Czapeck, *Ueber die Richtungsursachen der Seitenwurzeln und einiger plagiotroper Pflanzentheile* (Aus den Sitz. der kaiserl. Akad. der Wissenschaften in Wien, 1895).

les axes horizontaux aériens possèdent un géotropisme transversal. Ce dernier est accompagné d'un géotropisme négatif chez les rameaux aériens, positif dans les axes souterrains, mais qui ne se manifeste pas quand la plante évolue dans les conditions habituelles.

Un peu plus tard, il observa (1) que les rameaux rampants d'un certain nombre de plantes se redressaient lorsqu'on les plaçait à l'obscurité; dans d'autres expériences sur *Potentilla reptans* et *Glechoma hederacea* les axes horizontaux se montrèrent insensibles à l'action de l'obscurité. Le résultat de ces expériences lui fit ainsi compléter sa première conclusion : le géotropisme latent qu'il avait signalé était mis en évidence lorsqu'on exposait à la lumière ou à l'obscurité différentes espèces de tiges horizontales.

II. — EXPÉRIENCES

Dans les diverses expériences que j'ai faites sur les Labiées à stolons souterrains, je me suis proposé de rechercher l'action que pouvaient avoir la lumière et le sol sur les diverses parties de la plante : tige dressée, stolons aériens et stolons souterrains.

Ces expériences peuvent être groupées de la façon suivante :

1° Action du sol sur les bourgeons de la tige dressée florifère.

2° Action de l'obscurité sur les bourgeons de la tige dressée florifère.

3° Action du sol sur les stolons aériens.

4° Action de l'obscurité sur les stolons aériens.

5° Action de la lumière sur les stolons souterrains.

6° Action de l'obscurité sur les stolons souterrains.

Pour chaque groupe j'ai expérimenté sur plusieurs espèces et à diverses époques.

ACTION DU SOL SUR LES BOURGEONS DE LA TIGE DRESSÉE FLO-RIFÈRE. — Si l'on enterre la tige aérienne florifère de *Lycopus europæus*, après avoir enlevé les bourgeons souterrains qui étaient destinés à évoluer en stolons, les bourgeons de cette

(1) Czapeck, *Weitere Beiträge zur Kenntniss der geotropischer Reitzbewegungen* (Jahrbücher für Wissenschaft, Bot., 1898).

tige, qui auraient donné des axes secondaires florifères ou seraient restés à l'état dormant, peuvent se développer en stolons souterrains. Ces derniers ont d'abord une direction oblique de bas en haut, ils s'accroissent rapidement et peuvent atteindre la surface du sol. Les premiers stolons qui apparaissent proviennent des bourgeons situés près de la base de la tige; arrivés au niveau du sol, ils émergent, puis se recourbent et pénètrent de nouveau dans le sol comme ceux que nous avons déjà signalés en étudiant la biologie de cette plante. Les bourgeons souterrains les plus rapprochés de la surface évoluent, les uns en tiges aériennes, les autres en stolons aériens ne pénétrant dans le sol que par leur extrémité.

Si l'expérience est faite après la floraison, les bourgeons que l'on trouve sur la tige sont des bourgeons dormants; ceux-ci peuvent se développer en stolons souterrains, mais ces stolons restent courts et se renflent rapidement à l'extrémité, quelquefois même cette différenciation apparaît de suite.

Si l'on enterre dans le sol l'extrémité d'un rameau aérien, le bourgeon terminal ne se développe pas en général; cependant, lorsque cette opération est faite au début de l'évolution du rameau, le bourgeon terminal conserve son géotropisme négatif, s'allonge en stolon souterrain et, arrivé au niveau du sol, donne un rameau dressé stérile.

Chez le *Stachys silvatica*, j'ai répété les mêmes expériences. Au mois de juin un pied a été enterré profondément en ne laissant au dehors que l'extrémité florifère de l'axe principal; j'ai constaté que les bourgeons, qui auraient donné normalement des axes secondaires avec fleurs, se sont développés rapidement en stolons souterrains à géotropisme oblique négatif; aussitôt arrivés au niveau du sol, ils ont évolué en tiges dressées couvertes de feuilles vertes; puis, lorsque ces rameaux ont atteint une hauteur de 5 à 6 centimètres au-dessus du niveau du sol, leur extrémité s'est recourbée et ils ont ensuite évolué en stolons aériens. A la base de la tige dressée d'autres bourgeons se sont aussi développés, d'abord suivant une direction verticale, puis, arrivés au niveau du sol, ils se sont courbés brusquement pour s'allonger horizontalement et ne sortir du sol que sur de très courts espaces. Les feuilles portées par ces stolons

sont écailleuses dans les parties souterraines, et vertes mais peu développées sur les régions aériennes; les racines adventives sont abondantes et fixent solidement le stolon au sol. Le bourgeon terminal de ces deux espèces de stolons est redressé à la fin de l'automne et protégé par des feuilles vertes assez bien développées (fig. 3, Pl. XIII).

Si l'expérience est faite au mois d'août ou de septembre, seuls les bourgeons de la base de la tige se développent et évoluent en stolons complètement souterrains, courts, qui très souvent n'arrivent pas au niveau du sol, restent à cet état pendant tout l'hiver et achèvent leur évolution au printemps suivant.

L'extrémité d'un rameau aérien mis dans le sol ne se développe pas.

Chez le *Lamium album* une tige dressée enterrée jusqu'à la région florifère ne développe aucun de ses bourgeons, mais si l'on enterre complètement un rameau aérien au moment où il sort de terre, il continue à s'allonger en tige souterraine verticale à croissance rapide qui ne tarde pas à sortir de nouveau du sol pour donner une tige aérienne stérile. Si l'on veut empêcher le rameau de sortir du sol, son allongement peut atteindre 30 à 40 centimètres et en définitive le bourgeon souterrain meurt.

Le *Teucrium Chamædrys* donne des résultats à peu près semblables. Au printemps, la tige dressée florifère étant enfouie dans le sol jusqu'aux premières fleurs, on voit quelques-uns des bourgeons qu'elle porte se développer en stolons souterrains qui se redressent à l'automne pour donner une tige stérile appelée à disparaître pendant l'hiver. Si l'on enterre complètement cette tige végétative d'automne avant qu'elle ait fini de se développer, le bourgeon terminal conserve son géotropisme négatif et s'allonge verticalement jusqu'à ce qu'il ait atteint la surface du sol; si l'hiver arrive avant ce moment, le bourgeon terminal ralentit sa croissance et au printemps suivant s'allonge horizontalement sur une assez grande étendue pour se redresser ensuite en tige aérienne florifère. Nous avons de ce fait empêché une période végétative aérienne de se manifester, mais sa place est indiquée sur le stolon sou-

terrain par une courbure et aussi par une série de nœuds très rapprochés correspondant à la période de végétation ralentie d'hiver (fig. 20).

Avec le *Teucrium Scorodonia* j'ai obtenu les résultats suivants : J'ai enterré un pied dont la partie souterraine présentait une région âgée de deux ans, puis une région d'un an qui se redressait en tige dressée florifère. Sur toute la partie souterraine d'un an j'ai supprimé les¹ bourgeons axillaires; au bout de peu de temps quelques bourgeons se sont développés sur le



Fig. 20. — *Teucrium Chamædrys*. — Évolution d'un stolon dont le bourgeon terminal est resté souterrain pendant une période végétative — *l*, tige aérienne principale — *f*, région florifère.

vieux stolon, mais sans beaucoup de vigueur; plus tard, de nouvelles pousses sont apparues tout à fait à la base de la tige aérienne, se sont allongées obliquement et ont donné des axes aériens stériles.

Au printemps, si l'on recouvre complètement une jeune tige, le bourgeon terminal ne continue pas à se développer et toute la partie qui était aérienne meurt.

Les mêmes expériences répétées avec le *Mentha rotundifolia* ne donnent en général aucun résultat. Cependant, si l'on opère avant que l'axe florifère soit bien développé, on peut obtenir à la base de la tige la formation de stolons qui atteindront leur complet développement.

ACTION DE L'OBSCURITÉ SUR LES BOURGEONS DE LA TIGE AÉRIENNE. — Un certain nombre d'expériences ont été faites par Maïge (1) sur le *Stachys silvatica* et le *Glechoma hederacea*

(1) A. Maïge, *loc. cit.*

parmi les Labiées. Maige a montré que l'obscurité agissait avec plus d'intensité sur les rameaux peu adaptés que sur ceux chez lesquels l'adaptation était plus grande.

J'ai répété ces expériences sur quelques autres plantes.

Chez le *Lamium album*, en plaçant à l'obscurité l'extrémité d'une jeune tige aérienne, le bourgeon terminal s'est développé beaucoup plus rapidement qu'à la lumière, il a conservé sa direction verticale sur une longueur de quelques centimètres, puis la tige s'est courbée vers le sol à la surface duquel elle a rampé. Les feuilles portées par le rameau qui avait évolué à l'obscurité n'étaient que peu développées; cette tige est restée stérile alors que tous les axes voisins placés à la lumière portaient des fleurs; lorsqu'elle a atteint 25 à 30 centimètres, elle s'est desséchée sans présenter de racines adventives (fig. 21).



Fig. 21. — *Lamium album*. — Le rameau aérien *r* placé à l'obscurité est devenu rampant — *f*, région florifère.

Dans le *Mentha rotundifolia* une jeune tige aérienne placée à l'obscurité continue à croître verticalement avec un peu plus de rapidité qu'à la lumière, puis l'extrémité se flétrit. La partie basilaire de cette tige qui était restée exposée à la lumière a donné des rameaux secondaires qui tous ont été florifères, tandis que l'axe principal, évoluant à l'obscurité, est resté stérile.

Chez le *Teucrium Chamædrys* l'extrémité d'une tige aérienne placée à l'obscurité présente au bout de quelques jours une coloration beaucoup moins verte; le bourgeon terminal pousse rapidement, les nouveaux entre-nœuds sont allongés, de diamètre plus réduit que ceux qui se sont développés à la lumière, la rigidité de la tige est moins grande et, lorsqu'elle atteint 8 à 10 centimètres, elle se courbe et son extrémité se flétrit. Dans

quelques cas la courbure permet à l'axe de venir en contact avec le sol comme s'il rampait, mais ceci est assez rare. Dans aucun cas on ne trouve des fleurs.

Pour étudier l'action de l'obscurité sur les bourgeons axillaires de l'axe principal complètement développé, j'ai placé à l'obscurité des bases aériennes de tiges florifères.

Dans le *Lycopus europæus* les bourgeons dormants qui se trouvent dans cette région ont commencé à croître, ils ont grossi, sont devenus blanchâtres, se sont allongés de quelques millimètres et leur évolution s'est arrêtée là.

Chez le *Stachys silvatica*, l'expérience ne donne aucun résultat. Il en est de même lorsqu'on expérimente sur la tige du *Lamium album*, des *Mentha*, du *Teucrium Scorodonia* et du *Teucrium Chamædrys*.

Nous pouvons résumer ainsi l'action de l'obscurité sur les tiges dressées :

1^o Sur les rameaux en voie de développement l'obscurité modifie leur évolution en les rendant stériles ; chez quelques espèces ces axes stériles se couchent en rampant, tandis que dans d'autres espèces ils disparaissent.

2^o Les bourgeons dormants de la tige dressée aérienne subissent un commencement d'évolution mais n'arrivent jamais à un complet développement.

ACTION DU SOL SUR LES STOLONS AÉRIENS. — L'adaptation plus ou moins grande à la reptation chez les divers rameaux entre en ligne de compte lorsqu'on veut examiner quelle action exerce sur eux le milieu souterrain.

Dans le *Lycopus europæus* tous les stolons aériens que nous avons observés étaient nettement adaptés à la vie rampante et avaient une tendance à devenir souterrains à la fin de leur évolution. Si nous enterrons un de ces stolons, son accroissement en longueur diminue, les entre-nœuds sont plus courts mais de diamètre plus grand, la coloration verte disparaît et le nouveau rameau devient blanchâtre. Aux nœuds, les racines adventives se développent plus rapidement et les feuilles écailleuses sont semblables à celles que l'on trouve sur le stolon évoluant normalement dans le sol ; l'adaptation au nouveau milieu s'effectue donc sans aucune difficulté.

Dans le *Stachys silvatica* nous avons toutes les transitions entre les axes dressés et les axes souterrains. Certains rameaux mal adaptés à la vie rampante sont florifères, l'action du sol se manifeste de la façon suivante sur leur évolution : l'une de ces tiges, enterrée, s'allonge horizontalement de quelques centimètres, puis l'extrémité se redresse, sort de terre et rampe sur le sol sans jamais donner de fleur (fig. 22). Le milieu souterrain a donc agi sur lui comme il le fait sur la tige dressée, en

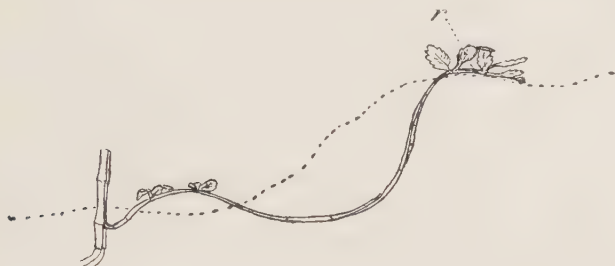


Fig. 22. — *Stachys silvatica*. — Évolution d'un stolon aérien dont le bourgeon terminal a été enfoui dans le sol. L'extrémité se redresse, puis devient rampante *r*.

l'adaptant d'une façon plus parfaite à la reptation et en le rendant stérile.

Si l'expérience est répétée sur les stolons mieux adaptés à la reptation et ayant leur origine dans la région souterraine de l'axe principal, on observe que l'allongement horizontal souterrain s'effectue sur une assez grande longueur, mais le bourgeon terminal se rapproche très lentement de la surface du sol et finit par sortir. À partir de ce moment le stolon continue à évoluer normalement. J'ai tenté d'empêcher le bourgeon terminal d'arriver au niveau du sol, en le recouvrant de terre à mesure qu'il s'accroissait, mais, en même temps qu'il s'allongeait, son géotropisme négatif s'accroissait de plus en plus et la rapidité de croissance augmentait. J'ai obtenu de la sorte des axes souterrains presque verticaux atteignant 25 à 30 centimètres de longueur. En sortant de terre, ils continuent à ramper sur le sol comme au début de leur évolution.

Chez le *Mentha rotundifolia* les rameaux rampants dont l'extrémité est florifère à l'automne, peuvent être considérés comme les moins adaptés à la vie rampante ; le milieu souterrain agit

sur eux comme sur les tiges dressées, il les rend stériles en même temps qu'il les suradapte à ce genre de vie. Les autres stolons ayant une évolution alternativement aérienne et souterraine, s'adaptent facilement à la vie souterraine.

Dans le *Mentha piperita* nous trouvons des axes qui, bien que prenant naissance à une assez grande hauteur sur la tige dressée florifère, sont nettement adaptés à la vie rampante aérienne. Si on enterre l'extrémité de l'un de ces stolons, son accroissement dans le sol diminue d'intensité, mais il continue à s'allonger horizontalement sur une longueur de 10 à 15 centimètres, puis sort à la surface du sol où il recommence à ramper.

L'action du sol sur les stolons aériens peut se résumer ainsi. Lorsque les rameaux rampants sont mal adaptés, le milieu souterrain agit sur eux comme sur des rameaux dressés aériens; si, au contraire, leur adaptation est plus complète, le nouveau milieu ne fait qu'atténuer légèrement la rapidité de croissance sans modifier le géotropisme.

ACTION DE L'OBSCURITÉ SUR LES STOLONS AÉRIENS. — De nombreuses expériences ont été faites pour montrer l'action de l'obscurité sur les stolons rampants.

Maige, en expérimentant sur les *Mentha sativa*, *Stachys silvatica*, *Glechoma hederacea*, a montré que l'obscurité, agissant sur des rameaux plus ou moins adaptés à la vie rampante, modifie diversement leur géotropisme. L'obscurité semble favoriser le redressement des rameaux chez lesquels l'adaptation est la moins grande.

J'ai expérimenté sur les *Lycopus europæus*, *Mentha rotundifolia* et *Mentha piperita*.

Si l'on place un rameau rampant de *Lycopus europæus* à l'obscurité, on observe d'abord une croissance plus active qu'à la lumière: le stolon prend une coloration blanche; les nœuds portent des feuilles écailleuses mais dans lesquelles il est facile de distinguer un pétiole allongé et un limbe denté; de chaque côté de la feuille se développent des racines adventives. Le diamètre du stolon est plus petit que dans la région éclairée. La croissance s'effectue horizontalement et, à l'approche de l'automne, le bourgeon terminal montre nettement un géotropisme positif en s'enfonçant dans le sol. Si on fait débiter

l'expérience au moment où cette pénétration dans le sol va s'effectuer, l'obscurité ne modifie en rien le sens de l'allongement du rameau.

Dans le *Mentha rotundifolia* on trouve des stolons aériens rampants sur une partie de leur longueur ; pendant leur croissance dans le milieu aérien on peut les exposer à l'obscurité. Leur géotropisme est légèrement modifié pendant ce séjour, le bourgeon terminal s'accroît plus vite et, après s'être redressé pendant quelque temps, il reprend sa direction horizontale, il ne s'enfonce que beaucoup plus tard dans le sol. L'obscurité, après avoir modifié au début sa croissance horizontale, retarde l'apparition du géotropisme positif sans le faire disparaître.

Chez le *Mentha piperita* les stolons aériens qui naissent à la base de la tige aérienne sont peu sensibles à l'action de l'obscurité qui, comme précédemment, ne fait que modifier momentanément le sens de l'allongement : mais si nous expérimentons sur des stolons qui se développent dans la partie moyenne et supérieure de la tige dressée, avant que leur extrémité ne touche le sol, on voit que le géotropisme est nettement impressionné et que le bourgeon terminal se développe en tige verticale de bas en haut et n'arrive pas à entrer en contact avec le sol. Si le rameau a déjà commencé à ramper, l'extrémité se redresse, devient oblique et retourne bientôt à l'horizontalité, direction suivant laquelle elle continue à évoluer fig. 2. Pl. XIII.

En examinant les expériences faites sur les stolons de *Lycopus europæus* et de *Mentha rotundifolia* on pourrait admettre que l'obscurité n'a qu'une action nulle ou faible sur le géotropisme, mais si l'on considère les résultats obtenus avec les stolons de *Mentha piperita*, on pourrait conclure le contraire.

Il faut remarquer que les stolons aériens considérés dans les deux premiers cas sont nettement adaptés à la vie rampante, tandis que dans *Mentha piperita* cette adaptation n'est que faiblement indiquée. Ces résultats ne font que confirmer les conclusions de Maige, à savoir que l'obscurité a une action de plus en plus faible à mesure que l'adaptation devient plus grande ; ils montrent en même temps le peu d'action de l'obscurité sur les rameaux souterrains chez lesquels l'adaptation est encore plus forte.

ACTION DE LA LUMIÈRE SUR LES STOLONS SOUTERRAINS. — Les stolons des Labiées étudiées, offrant des régions très différentes les unes des autres, il a été nécessaire de faire pour chacune des espèces de nombreuses expériences et à des époques variées.

Si l'on déterre au mois d'août un stolon de *Lycopus europæus*, dont l'accroissement n'est pas terminé, on voit qu'au bout de deux ou trois jours le bourgeon terminal se flétrit et se dessèche bientôt complètement; pendant ce temps la partie restante prend peu à peu une coloration pourpre, les racines adventives bien développées à chaque nœud se flétrissent. Chacune des ramifications de cet axe souterrain subit le même sort. La croissance en longueur se terminant brusquement à la suite de la disparition du bourgeon terminal, les bourgeons axillaires, qui seraient restés à l'état dormant ou qui se seraient développés plus tard, commencent à évoluer pour donner des axes secondaires doués d'un géotropisme positif; leur direction est en effet verticale de haut en bas et leur extrémité pénètre rapidement dans le sol. L'orientation de ces rameaux se modifie aussitôt qu'ils sont souterrains, ils s'allongent horizontalement et leur évolution se continue comme celle des stolons souterrains ordinaires.

Il arrive cependant assez fréquemment que le bourgeon terminal supporte l'influence du nouveau milieu et continue à se développer. Dans ce cas, la croissance en longueur du stolon s'arrête pendant quelques jours, puis elle reprend avec plus d'intensité que si le rameau était resté souterrain. Les entrenœuds qui se forment sont plus allongés mais aussi d'un diamètre plus petit que ceux qui s'étaient développés dans le sol. Les nœuds portent des feuilles vertes écailleuses dentées, plus grandes que les écailles souterraines. On observe aussi quelquefois des racines, mais elles sont peu nombreuses. Pendant cette évolution, l'extrémité du stolon est nettement dirigée vers le sol, et bientôt elle pénètre à l'intérieur où son accroissement se continue normalement. La partie du stolon qui reste aérienne présente, comme dans le cas précédent, des rameaux latéraux à géotropisme positif, mais toutefois moins nombreux.

Si l'expérience est faite lorsque le stolon a terminé son évo-

lution et présente à son extrémité un renflement, différenciation de la tige dressée de l'année suivante, l'expérience ne donne aucun résultat. Le bourgeon terminal et toute la partie de la plante exposée à la lumière disparaissent pendant l'hiver.

Dans les expériences précédentes, le stolon a été exposé à la lumière sur toute son étendue. Dans d'autres cas, j'ai déterré séparément chacune des régions. D'abord la partie horizontale seule placée à la lumière n'a offert rien de particulier, sa coloration est devenue pourpre, puis verdâtre. Le bourgeon terminal seul mis à la lumière continue en général à s'allonger après un arrêt de quelques jours, mais son géotropisme positif est plus accentué que si le stolon avait été placé à la lumière sur toute sa longueur et il ne tarde pas à pénétrer de nouveau dans le sol. Enfin le renflement terminal, seul placé à la lumière à la fin de l'automne, se flétrit et meurt.

Les mêmes expériences répétées sur le *Stachys silvatica* ont donné les résultats suivants : un stolon souterrain complètement déterré supporte très bien l'influence du nouveau milieu ; son bourgeon terminal cesse de croître pendant quelques jours puis continue à évoluer, en donnant un rameau rampant vert pourvu de feuilles bien développées, et présentant une croissance plus rapide que dans le sol. L'allongement de ce rameau continue jusqu'au mois d'octobre ; à ce moment, son extrémité pénètre faiblement dans le sol pour se redresser aussitôt après et donner un bourgeon terminal aérien garni de feuilles protectrices.

Pendant ce temps la partie horizontale a pris une coloration verte, les racines adventives qu'elle portait se sont flétries en partie, les autres ont pénétré dans le sol et fixé solidement le stolon devenu aérien. Quelques bourgeons axillaires se sont développés et ont donné des bouquets de feuilles qui pour la plupart évolueront au printemps suivant en tiges dressées florifères.

Si l'on expose à la lumière un stolon dont la croissance en longueur est achevée, les racines adventives pénètrent de nouveau dans le sol et fixent l'axe qui persiste généralement sur presque toute sa longueur, la partie amincie la plus rapprochée de l'origine seule se flétrit.

Chez le *Scutellaria galericulata* le bourgeon terminal mis à la lumière se flétrit, mais le reste du stolon développe ses bourgeons axillaires qui se dirigent vers le sol et pénètrent à l'intérieur. Si l'expérience est faite quand la croissance en longueur est terminée, tout le stolon meurt.

Dans les *Mentha viridis* et *Mentha crispa*, lorsqu'on déterre un stolon souterrain à une époque où l'allongement n'est pas achevé, le bourgeon terminal cesse de s'accroître pendant deux ou trois jours, puis l'axe primitivement souterrain prend une coloration rougeâtre; aux nœuds les bourgeons axillaires commencent à se développer et donnent rapidement des rameaux



Fig. 23. — *Mentha viridis*. — Les bourgeons axillaires d'un stolon souterrain mis à la lumière évoluent en tiges aériennes dressées *a* — *t*, tige principale aérienne.

terminal se flétrit généralement, mais, lorsqu'il persiste, il se redresse verticalement et donne une tige feuillée verte. Chacun de ces rameaux ascendants aériens peut atteindre une longueur de 15 à 20 centimètres

et se ramifier, mais je n'ai jamais observé de commencement de floraison. Les racines adventives qui s'étaient formées aux nœuds se flétrissent en général, il n'en reste que quelques-unes qui pénètrent dans le sol et fixent ce stolon rampant. Pendant l'hiver, toute la partie aérienne disparaît. Si l'expérience est faite quand la croissance en longueur est achevée, on n'obtient aucun résultat. L'hiver étant proche, le stolon ne peut résister à l'influence du nouveau milieu et se détruit.

Avec les *Mentha rotundifolia* et *Mentha piperita*, on obtient des résultats à peu près semblables, mais le stolon, après s'être ramifié à la lumière, n'est pas détruit pendant l'hiver et se comporte comme les stolons aériens rampants que l'on rencontre dans ces deux espèces.

Dans le *Mentha aquatica* un stolon souterrain peut être exposé à la lumière de deux manières : 1° en le maintenant dans l'eau; 2° en le rendant aérien.

Dans le premier cas, quelle que soit l'époque à laquelle on

expérimente, le stolon continue à vivre. Si l'on place dans l'eau un stolon souterrain, on remarque que son accroissement terminal est plus rapide que s'il avait évolué dans le sol, les entre-nœuds sont plus longs et l'axe prend une coloration verte. Le stolon continue à se développer comme s'il avait toujours eu une existence aquatique. Dans le deuxième cas, le stolon souterrain mis directement à la lumière ne continue pas à s'accroître en longueur, le bourgeon terminal se flétrit et les bourgeons axillaires, au bout de quelques jours, se développent et donnent des axes dressés aériens stériles qui disparaîtront ensuite pendant l'hiver.

Si les expériences sont faites lorsque l'extrémité du stolon a déjà subi une différenciation, le stolon continue, dans le premier cas, à vivre et son extrémité s'enracine; dans le deuxième cas, toute la partie mise à la lumière meurt.

Chez le *Lamium album*, où nous avons observé deux générations successives, une de printemps et une d'été, j'ai expérimenté sur les stolons de chacune de ces générations.

Si, au printemps, on met à la lumière les stolons destinés à fournir les axes florifères d'été, on voit la croissance en longueur s'arrêter immédiatement; le stolon prend rapidement une coloration verte; son extrémité se redresse et se développe en tige dressée qui porte des fleurs. Les bourgeons axillaires entrent en voie de développement et chacun d'eux donne un rameau le plus souvent fertile. Les racines adventives portées par l'axe souterrain se dessèchent et lorsque ce rameau est resté pendant quelques jours à la lumière il a tout à fait l'aspect d'une tige rampante.

En plaçant à la lumière un stolon destiné à passer tout l'hiver dans le sol pour évoluer au printemps suivant en tige florifère, on constate que le bourgeon terminal ne peut supporter l'influence du nouveau milieu, mais les bourgeons axillaires entrent rapidement en voie de développement et donnent des axes dressés florifères à la fin de l'automne.

Dans le *Teucrium Chamædrys*, si on expose à la lumière un stolon devant donner la tige dressée d'automne, l'axe prend rapidement une teinte rougeâtre, les racines adventives se flétrissent et le bourgeon terminal se développe en tige dressée

florifère; les bourgeons axillaires s'accroissent à leur tour, en débutant par les plus rapprochés de la région terminale; les rameaux dressés qui en résultent donnent souvent des fleurs, il n'y a que ceux qui sont entrés en croissance les derniers qui restent stériles.

Si nous déterrions maintenant un stolon devant donner la tige dressée de printemps, le bourgeon terminal se dessèche, le reste du stolon demeure vivant, quelques bourgeons axillaires grossissent, mais leur évolution s'arrête là, les autres restent à l'état dormant, ce n'est qu'au printemps suivant que les bourgeons se développeront en tiges dressées florifères.

Chez le *Teucrium Scorodonia*, si nous plaçons à la lumière un stolon avant que l'extrémité ne soit différenciée, il cesse de s'allonger, prend une coloration verte et le bourgeon terminal se redresse en donnant une tige feuillée. Presque tous les bourgeons axillaires se développent aussi et donnent des axes dressés qui, grâce à leur lignification, persisteront pendant tout l'hiver et au printemps suivant évolueront en tiges dressées florifères. Si la différenciation terminale est achevée au début de l'expérience, le stolon supporte facilement l'influence du nouveau milieu et les bourgeons axillaires évoluent comme précédemment.

L'action de la lumière sur les stolons souterrains peut donc se résumer ainsi :

1° Le bourgeon terminal supporte l'influence du nouveau milieu. Dans ce cas, le stolon peut s'allonger et, comme dans le *Lycopus europæus*, pénétrer de nouveau dans le sol, ou arrêter sa croissance en longueur et différencier immédiatement son bourgeon terminal en tige dressée. Chacun des rameaux axillaires donne un axe aérien qui disparaîtra quelquefois pendant l'hiver (*Mentha*), ou persistera à la lumière (*Teucrium Scorodonia*) et n'évoluera qu'au printemps suivant et portera des fleurs.

2° Si le bourgeon terminal meurt, les bourgeons axillaires se développent un peu plus rapidement que dans le cas précédent, mais leur évolution est semblable.

Un grand nombre de bourgeons souterrains, qui seraient restés à l'état dormant ou auraient évolué en axes souterrains,

se développent activement en tiges dressées souvent florifères lorsqu'ils sont exposés à la lumière.

ACTION DE L'OBSCURITÉ SUR LES STOLONS SOUTERRAINS. — Ici encore, il est utile de considérer des stolons à divers moments de leur évolution. Nous nous occuperons d'abord des stolons en voie de croissance.

Si l'on déterre un rameau souterrain de *Lycopus europæus* et qu'on le place à l'obscurité, on remarque, au bout de deux ou trois jours, qu'il s'est accru en longueur. Après une semaine, il s'est allongé de 7 à 8 centimètres, alors que les stolons voisins, les uns aériens, les autres souterrains, ne se sont accrus que de la moitié environ. Ses entre-nœuds sont longs, son diamètre est plus petit que celui de la partie qui s'est développée dans le sol, sa coloration est blanche et les poils qu'il porte sont beaucoup plus nombreux. Les nœuds possèdent des feuilles écailleuses plus larges et plus longues que celles qui ont pris naissance dans le sol. A chaque nœud se développent quatre racines adventives, une sur chacun des angles du rameau ; ces racines poussent rapidement, et sont garnies sur toute leur longueur de nombreux poils absorbants. Lorsque ces racines atteignent une longueur de 4 à 5 centimètres, elles se flétrissent. Le bourgeon terminal est doué d'un géotropisme positif et s'enfonce dans le sol où il continue à évoluer en stolon ordinaire jusqu'à l'automne, époque à laquelle apparaîtra la première ébauche de l'axe dressé du printemps suivant. Les bourgeons axillaires de la partie déterrée se développent aussi assez rapidement, se dirigent immédiatement vers le sol à l'intérieur duquel ils pénètrent.

Chez le *Lamium album* la rapidité de la croissance en longueur est encore plus accentuée que dans l'expérience précédente. Le premier entre-nœud qui se développe dans l'obscurité atteint 6 à 8 centimètres et le deuxième de 12 à 15 centimètres. Le développement de ces deux entre-nœuds nécessite une dizaine de jours. A partir de ce moment la croissance semble se ralentir ; les entre-nœuds sont moins longs et le bourgeon terminal se redresse (fig. 24). La partie rampante porte aux nœuds des feuilles écailleuses formant transition entre les écailles souterraines et les feuilles aériennes. Les racines sont

très développées. Le redressement de l'extrémité de ce stolon n'a point été provoqué par le milieu dans lequel il se trouve, car les axes souterrains homologues se recourbent de la même façon et au même moment. Lorsque le bourgeon terminal est redressé, son accroissement s'effectue d'une façon plus lente que précédemment; les nœuds ne portent plus de racines et les feuilles ont la même forme que celles qui se sont développées à la lumière, sont de dimensions un peu plus faibles et n'en diffèrent que par l'absence de chlorophylle. Toutes les parties qui se sont développées à l'obscurité sont pourvues



Fig. 24. — *Lamium album*. — Un stolon souterrain placé à l'obscurité porte des feuilles réduites et l'extrémité *c* se dresse.

dé poils plus nombreux et plus allongés que ceux que l'on trouve sur les régions qui ont évolué à la lumière ou dans le sol. L'axe dressé à l'obscurité reste stérile et disparaît bientôt, tandis que les axes homologues, évoluant normalement, sont florifères.

Quelques bourgeons axillaires se développent et s'allongent horizontalement sans pénétrer dans le sol. Chacun des rameaux ainsi formés se redresse comme l'axe principal et disparaît également.

Dans les *Mentha viridis* et *Mentha aquatica* un stolon souterrain évoluant à l'obscurité montre une croissance plus rapide que dans les autres milieux, son épiderme est garni de nombreux poils allongés. Aux nœuds, les feuilles sont plus développées que dans le sol, mais moins qu'à la lumière. Les racines adventives apparaissent à l'aisselle de chacune des feuilles et au-dessus du bourgeon axillaire. Après un certain temps le bourgeon terminal pénètre dans le sol et achève son évolution comme s'il avait toujours été souterrain. Un certain nombre de bourgeons axillaires se développent en rameaux se dirigeant vers le sol à l'intérieur duquel ils pénètrent. Dans le *Mentha rotundifolia* le stolon se comporte de la même façon, mais sa ramification est plus abondante.

Chez le *Stachys silvatica* on observe les mêmes phénomènes de croissance et de développement de poils. L'évolution du stolon se continue ; l'extrémité, après s'être fixée solidement au sol, se redresse et des feuilles bien développées apparaissent, formant un bourgeon semblable à celui qui vient d'un stolon ordinaire, mais dépourvu de chlorophylle.

Si l'on déterre un stolon souterrain de *Teucrium Chamædrys* et en le plaçant à l'obscurité, sa croissance en longueur devient plus grande, mais cette accélération est moins visible que dans les expériences précédentes. La région qui s'est formée à l'obscurité montre un diamètre un peu plus réduit que la partie souterraine ; les poils y sont plus nombreux, sans toutefois y être aussi abondants que dans le *Lamium album* et le *Stachys silvatica* ; aux nœuds, les feuilles ont la forme de celles qui se sont développées à la lumière mais sont de dimensions plus réduites. Si l'on a expérimenté sur un stolon de printemps, le bourgeon terminal, quand arrive l'été, se redresse et la partie dressée est semblable aux tiges aériennes voisines, mais la chlorophylle y fait défaut. Cette tige, qui aurait évolué en tige florifère si elle avait vécu à la lumière, reste stérile. Le même redressement s'observe à la fin de l'automne, si on a expérimenté avec des stolons correspondant à la deuxième période végétative.

Chez le *Teucrium Scorodonia* j'ai observé à peu près les mêmes phénomènes, la croissance en longueur s'accroît, les poils deviennent abondants et la différenciation du bourgeon terminal s'effectue comme si le développement était souterrain.

En expérimentant sur des stolons chez lesquels la croissance en longueur est terminée, nous avons à examiner : 1° la partie horizontale souterraine ; 2° la région terminale différenciée lorsqu'elle est dans le sol.

1° Les nombreux axes horizontaux que j'ai placés à l'obscurité, chez le *Lycopus europæus*, le *Stachys silvatica*, les *Mentha*, le *Lamium album* et le *Teucrium Scorodonia*, ont présenté les mêmes modifications dans chacune des espèces : d'abord, disparition des racines adventives, puis accroissement des écailles et développement d'un grand nombre de bourgeons axillaires en axes doués d'un géotropisme positif.

2° Pour étudier le cas où la différenciation du bourgeon ter-

minal est souterraine, j'ai expérimenté sur les *Lycopus europæus*, *Scutellaria galericulata*, *Stachys palustris*.

Dans le *Lycopus europæus*, si la région terminale placée à l'obscurité est en contact avec le sol, des racines adventives apparaissent et le bourgeon reste à l'état de vie ralentie jusqu'au printemps. A ce moment, il se développe en tige dressée grêle, stérile, qui disparaît rapidement.

Dans le *Scutellaria galericulata* le bourgeon terminal meurt.

Dans le *Stachys palustris*, si le renflement terminal est placé à l'obscurité, mais dans un endroit humide en contact avec le sol, il continue à vivre et il évolue au printemps comme dans le *Lycopus europæus* mais, si l'humidité vient à faire défaut, le renflement se dessèche.

L'action de l'obscurité sur les stolons souterrains peut se résumer ainsi :

- 1° Accélération dans la rapidité de croissance en longueur;
- 2° Développement plus grand des poils, des feuilles et des racines;
- 3° Développement des bourgeons axillaires.

CONCLUSIONS

I. — BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE DES LABIÉES A STOLONS SOUTERRAINS

a) *Biologie et Morphologie externe*. — Les Labiées étudiées dans ce travail présentent toutes des stolons souterrains; quelques espèces possèdent en outre, soit des stolons aériens, soit des stolons aquatiques.

Il y a lieu de remarquer, en premier lieu, que l'ordre de développement des bourgeons donnant des axes souterrains est toujours le même, ainsi que la place qu'ils occupent sur la tige; ce sont toujours les bourgeons souterrains les plus rapprochés de la surface du sol qui évoluent les premiers; une seule exception est à signaler dans le *Monarda mollis*, où l'ordre de développement est inverse.

Les rameaux souterrains qui atteignent le développement le

plus complet (*Lycopus europæus*, *Stachys silvatica*, etc.) passent par plusieurs stades :

1° Un stade dressé pendant lequel le bourgeon conserve le géotropisme négatif que présentent les bourgeons de la tige aérienne au début de leur croissance. Pendant cet allongement, le bourgeon terminal peut être amené hors du sol lorsque le nœud où il se développe est rapproché de la surface, ou rester souterrain dans le cas contraire (*Lycopus europæus*);

2° Une courbure de haut en bas avec pénétration dans le sol. Ce changement de direction peut être plus ou moins brusque et la nouvelle région du stolon peut, soit présenter une inclinaison voisine de la verticale (parties aériennes des stolons de *Lycopus*), soit s'allonger presque horizontalement (*Mentha viridis*).

3° Un stade dressé, qui est la première différenciation de la tige aérienne. A cette phase, le bourgeon terminal se présente sous plusieurs aspects : il est souterrain et renflé dans le *Lycopus europæus*, le *Stachys palustris*, etc., tandis que dans le *Stachys silvatica* il est aérien et montre un bouquet de feuilles protectrices.

Ces trois stades ne se rencontrent pas chez tous les stolons. En effet, quelques-uns débutent au deuxième stade, quelquefois même au troisième, suivant : 1° l'espèce à laquelle ils appartiennent ; 2° la place qu'ils occupent sur l'axe dont ils sont issus ; 3° l'époque à laquelle ils commencent à évoluer. C'est ainsi qu'on trouve chez le *Lycopus europæus* des stolons à évolution complète et d'autres à développement raccourci, tandis que chez le *Scutellaria galericulata* tous les stolons débutent au deuxième stade.

Dans certaines espèces (*Mentha rotundifolia*, *Stachys silvatica*) on trouve tous les intermédiaires entre les rameaux rampants aériens et les stolons souterrains. Les bourgeons souterrains les plus rapprochés de la surface du sol évoluent en effet en rameaux présentant alternativement des régions hypogées et des régions épigées, tandis que ceux qui sont plus éloignés de la partie aérienne et situés plus profondément donnent des axes complètement souterrains.

Chez les plantes vivant au bord de l'eau (*Mentha aquatica*,

Lycopus europæus, *Stachys palustris*) il existe des stolons issus de bourgeons souterrains et effectuant une partie de leur développement dans l'eau; leurs feuilles sont plus développées que les feuilles souterraines mais sont moins grandes que celles qui évoluent à l'air.

b) *Morphologie interne*. — Dans chaque plante adulte on peut distinguer trois parties offrant des caractères particuliers : 1^o la région florifère; 2^o la base de la tige aérienne; 3^o le stolon.

Par l'abondance des poils épidermiques, la faible épaisseur de l'écorce, la grande quantité de collenchyme dans les angles, la lignification de l'assise pérимédullaire et du périecyle qui empêche l'assise génératrice de s'étendre d'un faisceau à l'autre, la partie florifère de la tige aérienne se distingue complètement des deux autres.

La base aérienne de la tige et le stolon offrent au contraire un grand nombre de caractères communs : absence ou réduction des poils épidermiques, écorce épaisse, collenchyme peu abondant, formations secondaires bien développées. Le stolon conserve à peu près la même structure sur toute sa longueur.

En comparant dans la même plante la structure de la tige aérienne, celle d'un rameau rampant et celle d'un axe souterrain, on voit que les caractères anatomiques ne diffèrent pas sensiblement.

c) *Différenciation du bourgeon*. — Le bourgeon terminal qui, pendant l'allongement du stolon, est à l'état de bourgeon dissocié, se différencie toujours à peu près à la même époque, à la fin de l'automne. Cette différenciation se montre sous divers aspects, tantôt sous forme de renflements souterrains renfermant des matières nutritives abondantes (*Lycopus europæus*, *Stachys palustris*), ou presque dépourvus de réserves (*Mentha crispa*), tantôt sous forme d'un bouquet de feuilles vertes au-dessus du sol (*Stachys silvatica*).

Ce renflement, attribué par certains auteurs à la formation de racines adventives dans la région qui le précède immédiatement, ne paraît pas avoir cette cause. Dans un grand nombre d'espèces, en effet (*Lycopus europæus*, *Stachys palustris*), ce renflement se manifeste, alors que le stolon ne porte encore

que des racines peu développées sur presque toute sa longueur.

Les rameaux souterrains se développent seulement lorsque la tige dressée a atteint son développement presque complet; ils apparaissent à la base de la tige principale, soit sur la partie aérienne, soit sur la partie souterraine. Les bourgeons de la partie souterraine dont l'évolution commence l'été donnent des stolons souterrains; s'ils se développent au printemps, ils donnent des tiges aériennes dressées. Les bourgeons situés sur la partie supérieure de la tige aérienne donnent, au printemps, des rameaux aériens, les uns florifères, les autres stériles; ceux qui se trouvent dans la région basilaire, dont la croissance commence plus tard, évoluent quelquefois en rameaux rampants, quelquefois en rameaux souterrains.

Chez le *Lamium album* et le *Teucrium Chamædrys* il existe deux périodes végétatives annuelles; les bourgeons axillaires de la partie souterraine, qui ont séjourné dans le sol pendant l'hiver, commencent à se développer à l'été pour donner des stolons souterrains dont l'extrémité fournit des tiges aériennes. Les bourgeons axillaires de cette nouvelle région souterraine donnent des stolons souterrains destinés à séjourner dans le sol pendant l'hiver.

d) *Racines adventives*. — Les racines ne se développent pas toujours avec la même rapidité; chez quelques espèces elles apparaissent à une très courte distance du bourgeon terminal, chez d'autres, elles ne se montrent que lorsque la croissance en longueur est terminée. Elles débent toujours dans le voisinage des nœuds, tantôt au nombre de deux (*Scutellaria galericulata*), mais plus généralement au nombre de quatre (*Lycopus europæus*, *Stachys silvatica*, *Lamium album*, etc.); celles qui sont placées sur la face supérieure ne se développent pas. A mesure que l'axe souterrain s'allonge, de nouvelles racines apparaissent: elles peuvent ne se montrer qu'aux nœuds (*Mentha viridis*), ou apparaître sur les entre-nœuds (*Lycopus europæus*). Toutes les racines n'ont pas la même importance: celles qui se développent sur la partie mince, près de l'origine, sont courtes, peu ramifiées et ne persistent pas longtemps; celles qui sont sur la partie horizontale sont plus abondantes, mais les plus importantes sont celles qui se développent le

plus tardivement sur la région qui précède immédiatement le bourgeon terminal différencié.

e) *Durée des stolons souterrains*. — La durée des stolons est variable. Dans le *Lamium album*, le stolon, dans quelques cas très rares, peut ne persister que pendant une période végétative, alors que sa durée ordinaire est d'une année. De même, dans le *Lycopus europæus*, les *Mentha*, les *Stachys*, le stolon ne dure qu'un an; ce n'est que dans des circonstances exceptionnelles que l'on rencontre des rameaux souterrains âgés de deux ans, mais, dans ce cas, la vitalité de ces organes est bien affaiblie et les bourgeons qu'ils portent ont perdu à peu près complètement la faculté de se développer.

Dans les *Teucrium Chamædrys* et *Teucrium Scorodonia*, le stolon peut vivre pendant très longtemps (il est très rare qu'il soit détruit au bout de la première année). Pendant toute sa vie il continue à augmenter de diamètre, ses racines s'allongent et se ramifient, mais il n'en apparaît pas beaucoup de nouvelles. Lorsque, accidentellement, l'année se passe sans que la plante ait donné de nouvelles pousses souterraines, la base de la tige aérienne reste vivante, les bourgeons qu'elle porte évoluent l'année suivante en rameaux aériens, et ce phénomène se répète chaque année, jusqu'à ce qu'apparaissent des stolons souterrains. Au point où toutes ces tiges aériennes se seront développées il y aura un chicot (*Teucrium Chamædrys*).

II. — GERMINATION

BIOLOGIE ET MORPHOLOGIE EXTERNE. — Les Labiées à stolons souterrains ont toutes une germination épigée. La rapidité de croissance du bourgeon terminal varie avec les espèces. Dans le cours de l'évolution de la plantule, le nœud porteur des cotylédons, dont les bourgeons axillaires donnent des stolons, peut rester aérien (*Lamium album*, *Teucrium Chamædrys*), ou, au contraire, se trouver enfoncé dans le sol (*Lycopus europæus*, *Scutellaria galericulata*).

Lorsque cette région de la plantule est aérienne, les rameaux qui naissent des bourgeons cotylédonaires rampent sur le sol et les stolons souterrains se développent au nœud de ces rameaux

le plus rapproché de leur origine. Dans le cas contraire, les rameaux issus des mêmes bourgeons cotylédonaire ont une évolution complètement souterraine, ainsi que quelques autres qui naissent de bourgeons situés un peu plus haut.

L'évolution complète de ces stolons souterrains passe par deux stades : un stade horizontal et un stade dressé. Les rameaux souterrains qui se développent au-dessus des précédents débuent par un stade oblique de bas en haut auquel fait suite une partie horizontale et une extrémité redressée.

En comparant le développement de la plante à partir de la graine, à l'évolution annuelle de la plante adulte, on trouve des ressemblances frappantes pour chacune des espèces.

Les plantes n'ayant annuellement qu'une seule période végétative avec formation de stolons souterrains (*Lycopus europæus*, *Stachys silvatica*, *Scutellaria galericulata*, etc.) ont en général la base de l'axe épicotylé enfoncée dans le sol. La racine principale ne dure pas longtemps et est remplacée par de nombreuses racines adventives. La différenciation du bourgeon terminal du premier stolon est semblable à celle que l'on observe dans la plante âgée; chez certaines espèces (*Lycopus europæus*) elle est souterraine avec un renflement, chez d'autres (*Stachys silvatica*) elle est aérienne.

Lorsque deux périodes végétatives annuelles se manifestent dans une espèce (*Lamium album*) on les retrouve à la germination, mais la formation des stolons souterrains qui évoluent en tiges aériennes à la fin de l'été est parfois remplacée par le développement de rameaux rampants aériens sur lesquels se développent les stolons souterrains devant passer l'hiver dans le sol.

Enfin, chez les plantes à stolons vivaces, comme le *Teucrium Chamædrys*, on trouve deux générations : la première représentée par des axes couchés sur le sol, et la deuxième par un stolon souterrain. Dans le *Teucrium Scorodonia*, la première année les axes souterrains n'apparaissent pas ; ils ne se développent que pendant la deuxième année à la base des tiges rampantes.

Chez ces deux espèces la racine principale persiste, se renfle, et le développement des bourgeons dans la région basilaire de la tige peut provoquer la formation d'un chicot. La tige aérienne primitive de la plantule est le plus souvent stérile.

Si la germination a lieu à la fin de l'été, la tige dressée qui correspond à la végétation de printemps ne se développe pas et le bourgeon terminal, si c'est une plante à bourgeon terminal aérien (*Teucrium Scorodonia*), reste petit, persiste pendant l'hiver et ne s'accroît que l'année suivante. La plantule présente un développement semblable à celui du bourgeon terminal du stolon considéré au même moment.

MORPHOLOGIE INTERNE. — La plantule offre trois régions qu'il importe de comparer au point de vue anatomique : 1° l'extrémité aérienne ; 2° la base de l'axe épicotylé, et 3° le stolon.

L'extrémité de la tige aérienne principale se rapproche de la région florifère par l'abondance des poils épidermiques, la grande quantité de collenchyme dans les angles et surtout par les formations secondaires qui sont discontinues.

D'autre part, si on compare la structure de la base de l'axe épicotylé près du nœud cotylédonaire avec celle du stolon près de son origine, on trouve un grand nombre de caractères communs : réduction du collenchyme, épaississement de l'écorce, développement des tissus conducteurs, etc. : le stolon est donc un organe qui conserve les caractères végétatifs de la base de la tige.

III. — ACTION DU MILIEU

ACTION DE L'OBSCURITÉ. — L'obscurité agissant sur des organes croissant habituellement à la lumière modifie leur développement. Les rameaux dressés, qui auraient été florifères, deviennent stériles : quelques-uns, placés près de la base, se couchent sur le sol et rampent.

Certains bourgeons de la tige aérienne, qui restent à l'état dormant lorsque la plante est cultivée à la lumière, entrent en voie de développement à l'obscurité, mais leur évolution s'arrête au bout de peu de temps.

Les axes rampants placés à l'obscurité s'accroissent plus rapidement qu'à la lumière ; les feuilles qui se développent sur cette région sont réduites.

Si on place des stolons souterrains dans le milieu aérien, tout en les privant de lumière, on voit qu'ils s'allongent plus rapi-

dement et que les caractères de la vie aérienne apparaissent : poils épidermiques, plus grand développement des feuilles ; de plus, les bourgeons axillaires du stolon entrent immédiatement en voie de développement et se différencient de suite en tiges feuillées.

ACTION DU SOL. — En plaçant dans le sol la tige dressée aérienne, les bourgeons axillaires, qui devaient évoluer en rameaux florifères dans la région supérieure de la tige, se développent en donnant des stolons plus ou moins allongés à extrémité rampante et toujours stérile.

Les bourgeons de la région basilaire, dont un certain nombre seraient restés à l'état dormant, se développent en stolons souterrains, ayant à peu près les mêmes caractères que les stolons souterrains normaux de la plante. Le début du développement de ces bourgeons est marqué par un allongement oblique qui rappelle l'orientation du rameau qu'ils auraient donné en évoluant à la lumière.

Les tiges rampantes très adaptées (*Lycopus europæus*) ne subissent que peu de modifications quand on les place dans le sol ; leur croissance est un peu ralentie et leurs feuilles sont moins développées. Celles qui sont peu adaptées et qui portent quelquefois des fleurs (*Stachys silvatica*) subissent une adaptation plus complète en devenant rampantes et stériles.

ACTION DE LA LUMIÈRE. — Si l'on expose à la lumière les axes souterrains, la tige peut s'adapter au nouveau milieu (*Mentha viridis*, *Lycopus europæus*), mais la croissance en est retardée.

Chez certaines espèces (*Mentha viridis*), la différenciation du bourgeon terminal apparaît aussitôt que le rameau est à la lumière ; dans d'autres (*Lycopus europæus*), le stolon continue à s'allonger et la différenciation n'apparaît que plus tard dans le sol.

Les bourgeons axillaires de la partie exposée à la lumière se développent en grand nombre, tandis qu'ils seraient restés à l'état dormant dans le milieu souterrain. Il évoluent suivant les cas soit en rameaux souterrains (*Lycopus europæus*) soit en rameaux dressés aériens (*Mentha viridis*).

IV. — COMPARAISON DES LABIÉES A STOLONS SOUTERRAINS ET DES LABIÉES A STOLONS AÉRIENS

Si l'on compare les Labiées à stolons souterrains et les Labiées à stolons aériens, on trouve que, dans l'ensemble, leur biologie est semblable.

En considérant le développement des stolons aériens chez les *Glechoma hederacea*, *Ajuga reptans*, etc., on observe les mêmes stades dans leur évolution que ceux que nous avons décrits dans celle des stolons souterrains : un stade dressé, un stade horizontal et un redressement du bourgeon terminal à la fin de la période végétative. On observe également des abréviations dans le développement de quelques-uns de ces axes ; un rameau peut en effet ne débiter qu'au deuxième stade, par exemple.

Le bourgeon terminal du stolon souterrain offre le même aspect que celui du stolon aérien, il est dissocié.

Enfin il existe un certain nombre d'espèces, comme les *Stachys silvatica*, *Mentha rotundifolia*, qui, par la présence de rameaux aériens et de rameaux souterrains, forment la transition entre les deux groupes.

Si l'on admet, avec Maige, que le groupe des Labiées à stolons aériens s'est différencié sous l'action de la lumière diffuse, il semble donc logique d'attribuer aux Labiées à stolons souterrains la même origine.

EXPLICATION DES PLANCHES

LETTRES COMMUNES

h, niveau du sol — *t*, tige principale aérienne — *s*, stolon souterrain — *m*, stolon mi-aérien, mi-souterrain — *f*, axe florifère — *x*, niveau de l'eau — *r*, rameau rampant aérien — *n*, rameau stérile — *e*, épiderme — *p*, poil — *c*, collenchyme — *b*, bois — *l*, liber — *a*, assise pérимédullaire — *d*, endoderme — *g*, assise génératrice — *v*, vaisseaux — *i*, sclérenchyme.

PLANCHE XI

- Fig. 1. — Base de tige principale de *Lycopus europæus* avec les divers stolons.
Fig. 2. — Jeune pied de *Lycopus europæus* montrant la disparition de la racine principale et le développement des stolons au nœud cotylédonaire.
Fig. 3. — Partie inférieure de la tige principale de *Scutellaria galericulata* avec l'origine des divers stolons.
Fig. 4. — Région basilaire de la tige principale de *Stachys palustris* avec les stolons aquatiques et les stolons souterrains.
Fig. 5. — Extrémité d'un stolon souterrain de *Mentha viridis*.
Fig. 6. — Base de tige principale de *Stachys silvatica*; un rameau aérien issu de la base de la tige est devenu rampant sur une petite longueur et l'extrémité est florifère.

PLANCHE XII

- Fig. 1. — Pied de *Lamium album* à la fin de la période végétative de printemps; la tige aérienne florifère est couchée sur le sol et l'extrémité des stolons souterrains est au niveau du sol.
Fig. 2. — Pied de *Lamium album* à la fin de la deuxième période végétative; la tige aérienne de printemps est desséchée; la tige d'automne est florifère et les stolons ont terminé leur croissance.
Fig. 3. — Jeune pied de *Stachys silvatica* montrant l'origine des stolons.
Fig. 4. — Base de tige de *Mentha rotundifolia* avec les divers stolons.
Fig. 5. — Pied de *Teucrium Chamædryas* à la fin de la première année; les stolons se développent sur les rameaux rampants aériens.
Fig. 6. — Pied de *Teucrium Scorodonia* à la fin de la première année; l'axe principal est couché sur le sol et les bourgeons de la base de la tige ont donné des rameaux rampants aériens.

PLANCHE XIII

- Fig. 1. — Pied de *Teucrium Scorodonia* à la fin de la deuxième année; les stolons souterrains naissent sur les rameaux rampants aériens.
Fig. 2. — Pied de *Mentha piperita*; l'extrémité des rameaux rampants et descendants s'est redressée sous l'action de l'obscurité.
Fig. 3. — Pied de *Stachys silvatica* ayant été enterré jusqu'à la région florifère.

Les bourgeons axillaires de la tige principale ont évolué en tiges rampantes stériles.

Fig. 4. — Cotylédon de *Mentha piperita*.

Fig. 5. — Cotylédon de *Mentha viridis*.

Fig. 6. — Plantule de *Monarda mollis*.

PLANCHE XIV

Fig. 1. — Coupe transversale de la région florifère d'une tige de *Lycopus europæus*.

Fig. 2. — Bois d'un stolon souterrain d'un an de *Monarda mollis*.

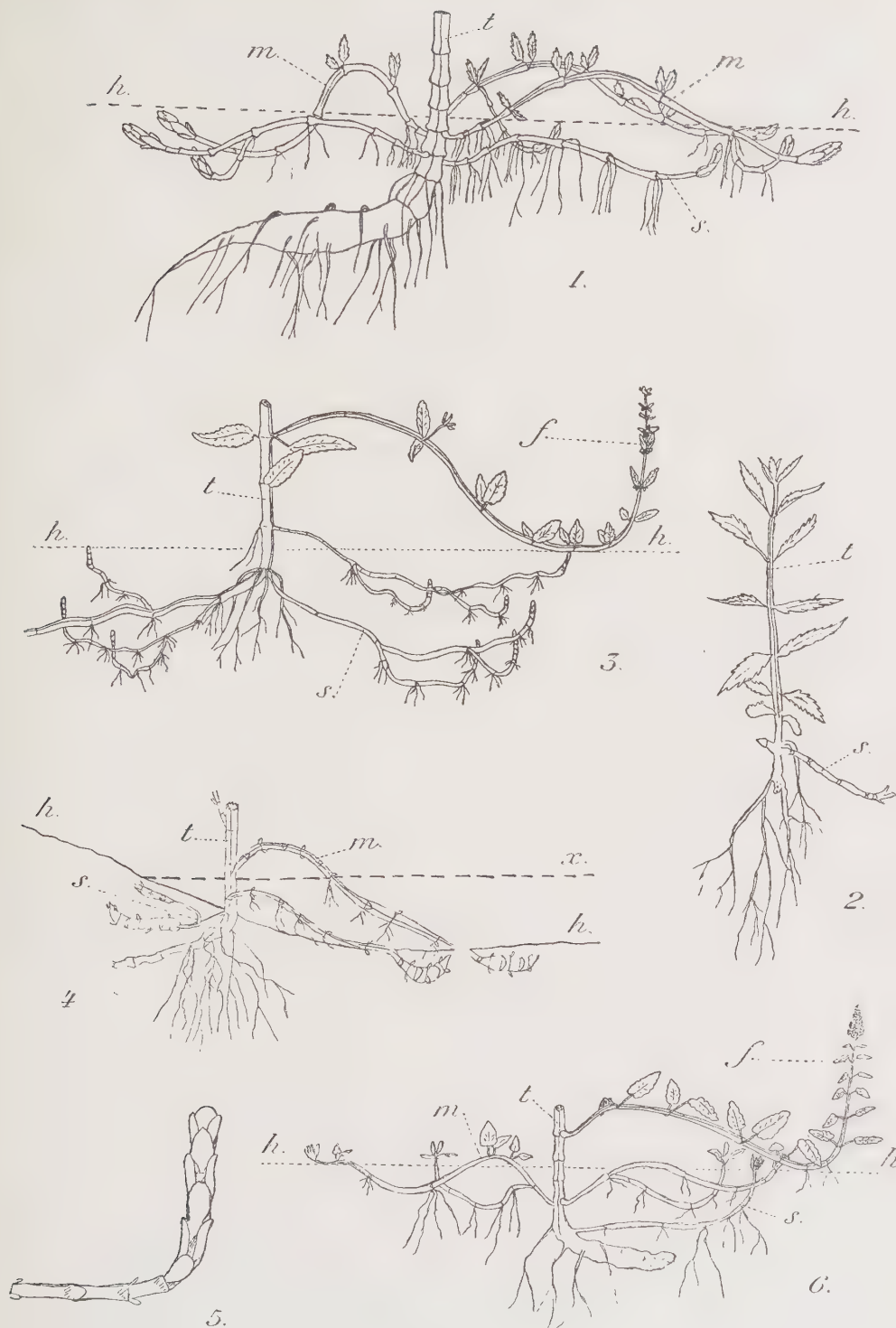
Fig. 3. — Bois d'un stolon de printemps de *Lamium album*.

Fig. 4. — Bois d'un stolon d'automne de *Lamium album*.

Fig. 5. — Écorce d'un stolon souterrain de *Mentha piperita*.

Fig. 6. — Coupe transversale dans la région florifère de la tige de *Mentha rotundifolia*.

Fig. 7. — Coupe transversale de la base d'une tige aérienne de deuxième année de *Teucrium Scorodonia*.

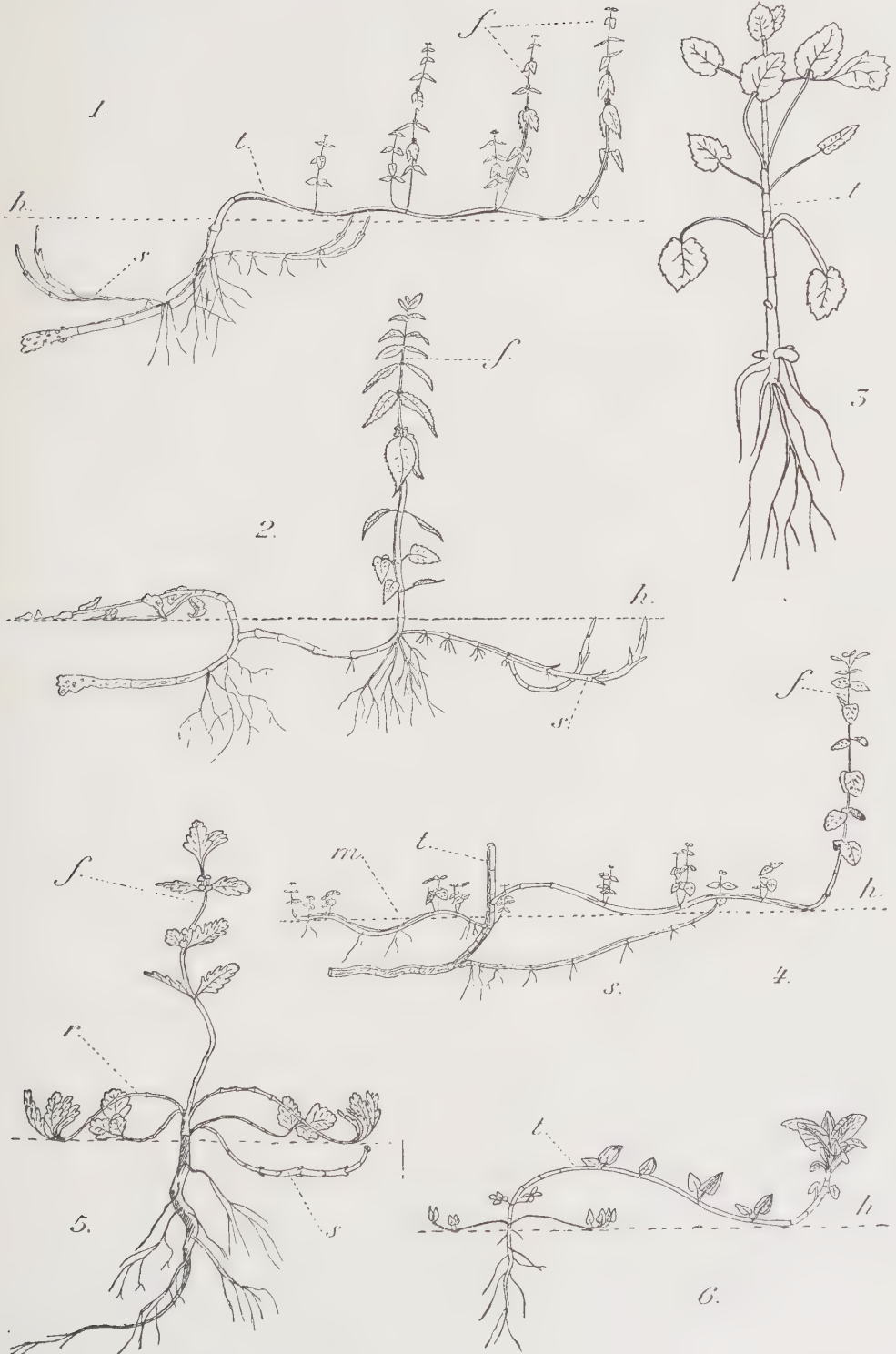


Chaillot del.

Lycopus europæus (1, 2). — *Scutellaria galericulata* (3). — *Stachys palustris* (4).

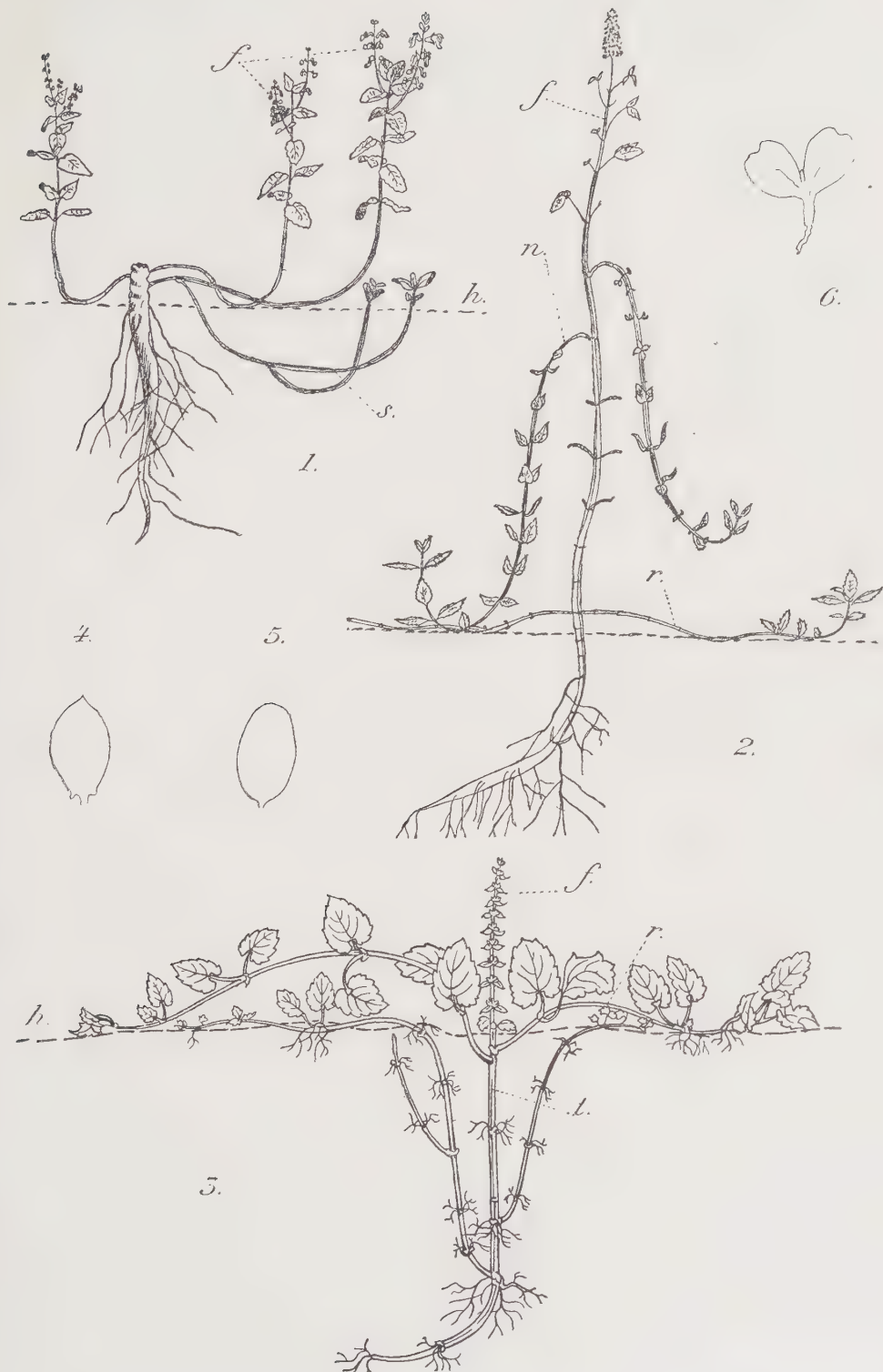
Mentha viridis (5). — *Stachys silvatica* (6).

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS



Chaillot del.

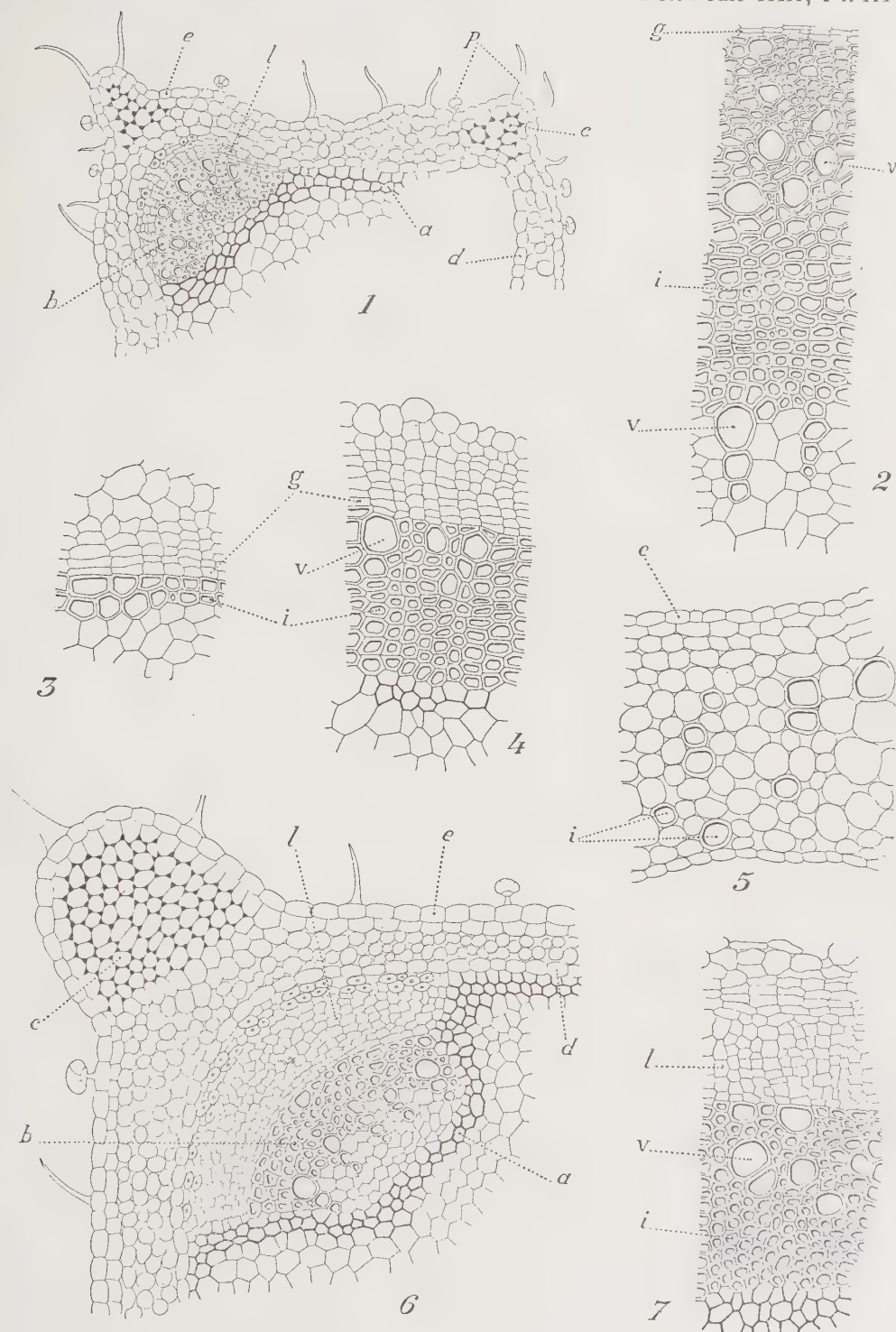
Lamium album (1, 2). — *Stachys silvatica* (3). — *Mentha rotundifolia* (4).
Teucrium Chamædrys (5). — *Teucrium scorodonia* (6).



Chaillot del.

Teucrium scorodonia (1). — *Mentha piperita* (2, 4). — *Stachys silvatica* (3).
Mentha viridis (5). — *Monarda mollis* (6).

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS



Chaillot del.

Lycopus europæus (1). — *Monarda mollis* (2). — *Lamium album* (3, 4). — *Mentha piperita* (5).
Mentha rotundifolia (6). — *Teucrium scorodonia* (7).

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

GÉOLOGIE. — Les terrains jurassiques du seuil du Poitou.

ZOOLOGIE. — Les Cestodes. Organisation, classification et développement.

Vu et approuvé : Paris, le 2 avril 1914.

Le Doyen de la Faculté des Sciences.

P. APPELL.

Vu et permis d'imprimer : Paris, le 2 avril 1914.

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris.

L. LIARD.

